VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР

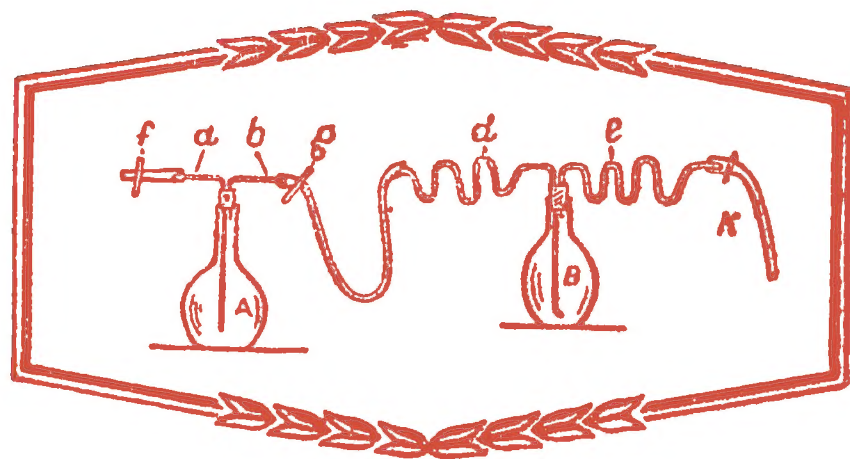
КЛАССИКИ НАУКИ



П. А. КОСТЫЧЕВ

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ

РЕДАКЦИЯ
ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА АН СССР
И. В. ТЮРИНА
ПРИМЕЧАНИЯ Н. И. ШАРАПОВА



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
1951

Под общей редакцией Комиссии Академии Наук СССР
по изданию научно-популярной литературы
к серии «Итоги и проблемы современной науки»

Председатель Комиссии президент Академии Наук СССР
академик | *С. И. ВАВИЛОВ* |

Зам. председателя член-корреспондент Академии Наук СССР
П. Ф. ЮДИН


ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ
П. А. КОСТЫЧЕВ

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ



ПОЧВЫ
ЧЕРНОЗЕМНОЙ ОБЛАСТИ РОССИИ
ИХ ПРОИСХОЖДЕНИЕ
СОСТАВ И СВОЙСТВА

ЧАСТЬ I

ОБРАЗОВАНИЕ ЧЕРНОЗЕМА



Печатается с отдельного издания, опубликованного в С.-Петербурге, 1886

ПОЧВЫ
ЧЕРНОЗЕМНОЙ ОБЛАСТИ
РОССИИ,

ИХЪ ПРОИСХОЖДЕНІЕ, СОСТАВЪ И СВОЙСТВА.



Часть I.

ОБРАЗОВАНІЕ ЧЕРНОЗЕМА.

П. Костычева.



С. ПЕТЕРБУРГЪ.
Изданіе А. Ф. Девріена.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Приступая несколько лет тому назад к систематическому исследованию почв нашей черноземной области, я предполагал представить свод всех своих работ в одной книге. По мере того как исследования подвигались вперед, возникали, как это часто бывает, новые вопросы: исследования расширялись, и появление их в свет замедлялось.

Книга г. Докучаева [1] «Русский чернозем» облегчила, с одной стороны, мою задачу, а с другой стороны, снова замедлила издание моего труда. После г. Докучаева мне не было надобности останавливаться на геологической стороне вопроса и собирать литературу о черноземе. Но г. Докучаев, считая главною своею задачей геологические и географические изыскания о черноземе, во второй половине своей книги дает соображения о причинах происхождения чернозема; я не мог и никак не могу согласиться с многими его мнениями по этому предмету, так же как и по вопросу географии чернозема; для того, чтобы точнее определить справедливость таких или иных воззрений по этим вопросам, я должен был предпринять некоторые новые исследования.

«Чернозем представляет вопрос ботанический», — сказал Рупрехт.[2] Это положение имеет более обширный и глубокий смысл теперь, чем имело в то время, когда было высказано. Геология, как полагал Рупрехт и что подтверждено потом

исследованиями г. Докучаева, имеет второстепенное значение в вопросе о черноземе, потому что накопление органических веществ происходит в верхних слоях земли, геологически разнообразных, и чернозем является вопросом географии и физиологии высших растений и вопросом физиологии растений низших, производящих разложение органических веществ.[3] При рассмотрении вопроса с этой стороны не трудно видеть, какие многочисленные и разносторонние исследования требуются для разъяснения причин образования чернозема. В настоящей, первой, части моего труда рассматриваются более общие вопросы о происхождении чернозема, делается попытка их решения в грубых чертах. Состав органических веществ чернозема, химические и морфологические изменения растительных остатков при их превращении в перегной рассмотрены будут в третьей части моего труда. Теперь же я касаюсь этого только поверхностно в IV главе настоящей книги. Вторая часть ее будет посвящена исследованиям над составом минеральной части и над физическими свойствами почв черноземной области, причем я ограничиваюсь только черноземными и солончаковыми почвами. Мешкотность некоторых работ при обширности их и необходимость исследования по возможности многих почв составляют причину того, что я не могу весь свой труд издать одновременно.

Едва ли кто может сознавать живее меня необходимость дальнейших исследований и по тем общим вопросам, которые рассматриваются в настоящей книге. Ввиду такой необходимости я старался по возможности детально разобрать действие каждой отдельной причины из числа тех, влияние которых на накопление органических веществ в черноземных почвах предполагалось другими исследователями или мною самим. Это, по моему мнению, не только лучше всего способствует отделению существенного от несущественного, но и облегчает постановку вопросов для будущих исследований.

Наблюдения над черноземом в разных местах я мог производить благодаря поездкам по поручению Главного управле-

ния государственного коннозаводства и Лесного института; я глубоко благодарен обоим учреждениям, потому что кроме исполнения прямых поручений их мог во время поездок собрать материал и для настоящего труда.

Не могу не высказать моей признательности слушателям Лесного института, работами которых (хотя они и были произведены для других целей) я мог воспользоваться при своих исследованиях. Без такого пособия труд мой или был бы менее полон, или же явился бы в свет позднее.

П. Костычев.

Июль 1885 года.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Чернозем, вследствие многих особенностей, резко отличающих его от других почв, вероятно, еще долгое время будет составлять предмет внимательного и все более и более детального изучения. Благодаря исследованиям последнего времени относительно происхождения и свойств чернозема возникли многие вопросы; некоторые из них можно считать если и не окончательно решенными, то, по крайней мере, близкими к разрешению; но есть и такие, относительно которых едва ли возможны какие-либо споры уже и теперь.

Мы знаем, что черноземные почвы:

1. Отличаются значительным содержанием органических веществ, обусловливающих темный цвет их; такого содержания упомянутых веществ мы не находим в других почвах в недалеком расстоянии от чернозема, при условиях, повидимому, вполне сходных.

2. Органические вещества находятся не во всех слоях чернозема в одинаковых количествах: содержание этих веществ постепенно, по мере углубления, уменьшается, так что резкой границы между очень темной почвой и подпочвой, иногда почти не окрашенной, не замечается.

3. Органические вещества чернозема (если не считать обрывков растительных корней, еще сохранивших строение) аморфны, так что при микроскопическом исследовании черно-

зема можно сказать только (по нахождению в нем фитолитарий), что органические вещества его — растительного происхождения и что они, вероятно, образовались из травянистых растений, но нет возможности определить, из каких именно растений они произошли.

4. В черноземе не замечается слоистости, и, следовательно, нельзя думать, что он есть водный нанос; к тому же заключению приводит и постепенность уменьшения в нем органических веществ с глубиною.

5. Эти положения, подкрепляемые некоторыми другими соображениями, приводят к тому, что чернозем образовался на месте его нахождения при посредстве таких же растений, которые на нем растут и до сих пор, и притом при всех условиях, сходных с теми, какие господствуют и в настоящее время.[4]

Так как, несмотря на невозможность объяснить происхождение чернозема иным путем, против последнего положения все еще иногда возникают возражения, то в пользу его мною будут ниже приведены некоторые новые факты и соображения, как я думаю, с полной очевидностью показывающие зависимость накопления органических веществ в черноземе от произрастающей на нем растительности.

На этом, как кажется, оканчиваются очевидные и наиболее бесспорные положения из наших сведений о черноземе. Что же касается его распространения, его богатства органическими веществами при разных условиях, а также причин и способов накопления в нем и вообще в почвах органических веществ, то по этим вопросам существуют значительные разногласия. Это, впрочем, и не может быть иначе: детальное исследование чернозема начато только в последние годы; по этой причине не только не могло быть произведено многих необходимых исследований для разъяснения предмета, но и прежние исследования, которые могли бы оказать существенную помощь в этом деле, пока не обратили на себя в иных случаях должного внимания. При таком положении дела

всякая — хотя бы даже и незначительная — попытка привлечь к разъяснению вопроса о черноземе новые факты или поставить некоторые детальные вопросы иначе не может не заслуживать внимания. Это соображение и было главной причиной появления моего настоящего труда.

При обсуждении вопроса о накоплении в черноземе органических веществ я исхожу из того общего соображения, что на определенной площади каждой почвы ежегодно происходит прирост органических веществ в виде надземных и подземных органов высших растений. В то же время на той же площади почвы происходит превращение органических веществ в минеральные вещества вследствие процессов гниения. Очевидно, что накопление органических веществ в почвах может происходить только при таких условиях, когда разложение органических веществ менее их прироста; когда разложение равняется приросту, никакого накопления происходить, конечно, не может.

Что касается прироста органических веществ на разных почвах при произрастании разнообразных растений, то у нас имеются, как известно, сведения по этому предмету, достаточно точные для наших целей. Но если мы обратимся к рассмотрению вопроса о количестве органических веществ, разлагающихся на данной площади почвы, то встретим сведения весьма скудные. Поэтому мне казалось, что на эту сторону предмета главным образом должно быть обращено внимание исследователей.

Мы знаем много процессов, при которых сложные органические соединения распадаются на более простые, причем, однако, не получается продуктов темного цвета; между тем органические вещества почв, так называемый перегной, отличаются темным цветом. Объяснить, хотя в самых общих чертах, происхождение такого темноцветного вещества было бы, по моему мнению, весьма важно, потому что при этом могли бы быть поставлены такие вопросы относительно происхождения и свойств чернозема, которые без этого пока

не обратили бы на себя никакого внимания. Разъяснение этого вопроса заняло при моих исследованиях гораздо больше времени, чем что-либо другое, хотя результаты получены не таковы, чтобы ими вполне можно было удовлетвориться.

Кроме того, нам известны случаи накопления полуразложившихся растительных органических веществ, сохраняющих в течение долгих лет строение настолько, что мы без особых затруднений можем определить растения, из которых эти вещества произошли. Разъяснение причин, вследствие которых органические вещества чернозема являются бесструктурными, мне казалось не менее важным, чем разъяснение других вопросов касательно чернозема.

После разъяснения условий, влияющих на быстроту разложения органических веществ на поверхности почвы и внутри ее, возможно с большей определенностью указать, какие именно условия способствовали и способствуют тому, что в черноземе разложение органических веществ происходило и происходит сравнительно медленно; точно так же только после этого возможно утверждать, не рискуя впасть в грубые ошибки, могут ли находиться черноземные почвы где-либо вне настоящей черноземной области.

Впрочем, в настоящее время бесполезно было бы перечислять все результаты исследований над быстротой разложения органических веществ по отношению их к вопросу о черноземе; значение этих исследований выяснится мало-помалу ниже. Теперь же я прямо перейду к возможно полному рассмотрению исследований о быстроте разложения органических веществ при разных условиях, сделавши предварительно следующую оговорку. Я считаю вполне доказанным образование чернозема при посредстве произрастающих на нем травянистых растений и везде буду исходить из этого положения, где это окажется нужным; поэтому, приводя ниже новые доказательства в пользу этого положения, я делаю это только для убеждения других (весьма, повидимому, немногих) лиц в его справедливости; окончательное устранение научного предрас-

судка, хотя бы имеющего только слабые опоры, никогда не излишне: будущие исследователи не будут отвлекаемы этим вопросом от других, менее общих, но столь же важных. Признавая упомянутое положение несомненным, я производил свои исследования по разложению органических веществ исключительно над умершими растениями или отдельными органами этих растений; исследования над чистыми составными веществами растений нельзя было бы прилагать непосредственно к вопросу о происхождении чернозема. Поэтому, если у меня попадается местами выражение «органические вещества», то под этим я всегда разумею или еще неразложившиеся мертвые растения и их отдельные органы, или же образовавшийся из них перегной.



ГЛАВА I

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ НА БЫСТРОТУ РАЗЛОЖЕНИЯ УМЕРШИХ РАСТЕНИЙ

В настоящей главе я, не входя в ближайшее рассмотрение причин разложения органических веществ, ограничусь рассмотрением того, каким образом изменяется быстрота разложения органических веществ под влиянием температуры и влажности. Кроме того, ниже рассмотрены будут случаи разложения растительных остатков в смеси с минеральными веществами, находящимися в большом количестве в почвах. Рассмотрение это относится пока только к разложению органических веществ при возможно полном доступе воздуха; относительно такого разложения давно уже установилось мнение, что угольная кислота, вода и аммиак, кроме составных частей золы, суть единственные окончательные его продукты; до последнего времени, однако, это мнение можно было считать только вероятной гипотезой, основанной на некоторых косвенных соображениях, но не подтвержденной прямыми опытами; только недавно исследованиями Гоппе-Зейлера [5] справедливость этого мнения доказана, а следовательно, доказана также справедливость и того положения, что *выделение угольной кислоты из разлагающегося органического вещества можно принять мерою быстроты разложения,* если только разложение происходит при доступе воздуха. Почти

все приведенные ниже исследования и заключения основаны на этом положении.

Несмотря на большое значение процессов разложения органических веществ, мы до последнего времени не имели исследований, на основании которых можно было бы судить о быстроте этих процессов при разных условиях. Даже и теперь исследований по этому предмету имеется весьма немного; кроме того, большинство опытов, которыми можно пользоваться для выяснения быстроты процессов разложения органических веществ почвы, произведены для других целей, именно для определения количества угольной кислоты в почвенном воздухе, и допускают только косвенные заключения по занимающему нас вопросу; заключения из таких опытов могут быть только приблизительно точны.

Главными условиями, определяющими скорость разложения органических веществ, надо считать температуру, влажность и доступ воздуха. Если взять определенную почву, то внутри ее, в среднем выводе за большие промежутки времени, находится одинаковое количество воздуха с определенным содержанием кислорода, если только почва не разрыхляется временами; на поверхности почвы разложение происходит всегда при полном доступе воздуха. Поэтому для одной и той же почвы приходится, при исследованиях над разложением органических веществ, принимать в расчет только температуру и влажность. В разных почвах быстрота разложения обусловливается также и разницей в количестве содержащегося в почвенном воздухе кислорода.[6]

Первые исследования над содержанием угольной кислоты в почвенном воздухе в зависимости от влажности и температуры почвы произведены были Меллером.*

---

* Moeller. Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs. Herausgegeben von Seckendorf. 1878, H. II, S. 121—148. Его же. Ueber die freie Kohlensäure im Boden. Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik. Bd. II, S. 329.

Взявши листья граба и хвою ели, Меллер [7] высушил их на солнце и, отвесивши по 5 г, смешал их с 300 г кварцевого песку; кроме того, взято было 300 г высушенной компостной (следовательно, богатой органическими веществами) земли. Каждая из трех смесей помещена в особый сосуд, чтобы устранить совершенно свободный доступ воздуха к смесям. Через некоторое время воздух, заключавшийся между частицами смеси, вытеснен был атмосферным воздухом. Вытесненный воздух содержал следующие количества угольной кислоты в 1000 объемов:

	Листва граба (5 г) и песок (300 г)	Хвоя ели (5 г) и песок (300 г)	Компостная земля (300 г)
13 июля	0.87	2.60	—
14 »	0.55	0.99	4.38
16 »	—	—	2.32
20 »	0.42	0.00	0.87
21 »	0.00	—	0.00
27 »	0.0	0.00	0.00

Из таблицы видно, что высушенные на солнце органические вещества при обыкновенной температуре не выделяют угольной кислоты; присутствие ее в первые дни нельзя объяснить ничем иным, как тем только, что атмосферный воздух не сразу мог вытеснить угольную кислоту, содержавшуюся в смесях раньше и прилипшую к поверхности частиц смесей.

Прибавивши к каждой смеси 50 куб. см воды (вследствие чего содержание воды в смесях увеличилось на 14% с небольшим), Меллер нашел в воздухе, вытесняемом из смесей, следующие количества угольной кислоты в 1000 объемов:

	Листва граба	Еловая хвоя	Компостная земля
27 июля	5.45	1.30	4.58
28 »	1.30	0.87	9.98
29 »	48.97	13.54	45.94
30 »	36.84	10.83	20.04
31 »	49.29	13.00	21.66

Из представленных цифр видно, что во влажных смесях тотчас же началось разложение органических веществ, в первые дни постоянно возраставшее.

Желая с большею подробностью проследить влияние влажности на разложение органических веществ почвы, Меллер произвел еще следующий опыт: высушивши на воздухе богатую перегноем землю, он определил несколько раз содержание угольной кислоты в воздухе, заключавшемся между ее частицами; содержание это было довольно постоянно — от 19 до 22 объемов в 1000 объемов воздуха.[8] Насытивши такую землю водою, Меллер находил после этого в 1000 объемов вытесненного из нее воздуха следующие количества угольной кислоты:

1-й день	26.2	6-й день	20.1
2-й »	40.7	7-й »	19.6
3-й »	49.1	8-й »	20.1
4-й »	21.8	9-й »	20.4
5-й »	20.1	10-й »	20.1

т. е. вполне насыщенная водою земля выделяла столько же угольной кислоты, как и земля сухая. Наибольшее отделение угольной кислоты из почвы происходит, следовательно, при среднем содержании влажности в почве.

При исследованиях, произведенных для изучения влияния температуры на содержание угольной кислоты в почвенном

воздухе, наиболее определенные результаты получены при искусственном нагревании и охлаждении почвы; количества угольной кислоты при разных температурах в воздухе из компостной земли были следующие:

Температура (°C)	Объемов CO_2 в 1000 объемов воздуха	Температура (°C)	Объемов CO_2 в 1000 объемов воздуха
19.4	19.1	18.5	17.9
25.2	24.7	19.0	21.2
32.0	24.9	9—11	10.2
31.4	32.9	20.7	20.1
31.5	34.0	20.8	20.4
16.0	20.3	60.0	43.2
4.0	12.5		

Приведенные цифры показывают, что при понижении температуры понижается и содержание кислоты в почвенном воздухе, а повышение температуры действует обратно. При попытках определить влияние температуры на содержание угольной кислоты в почвенном воздухе при естественных условиях Меллер во многих случаях получал противоречивые результаты, так как влияние температуры маскировалось неравномерностью других условий.

Более обстоятельные и обширные исследования по тому же предмету произведены Вольни;*[9] результаты, полученные им, уже вполне определенны, хотя и он, к сожалению, везде указывает только содержание угольной кислоты в 1000 объемов прошедшего сквозь почву или вытесненного из почвы воздуха. Из всех его опытов мы остановимся только на следующих: известковый песок, смешанный с порошком торфа, и компостная земля, к которым прибавлены были различные количе-

* Die Landwirtschaftliche Versuchsstationen. Bd. XXV, S. 373—391. Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik. Bd. III, S. 1—14; там же, Bd. IV, S. 1—24.

ства воды, помещались в изогнутые трубки, через которые протягивался воздух, лишенный угольной кислоты и насыщенный водяными парами. При этом прошедший сквозь трубки воздух содержал угольной кислоты:

Влажность компостной земли (в %)	При температурах				
	10° C	20° C	30° C	40° C	50° C
6.76%	2.03	3.22	6.86	14.69	25.17
26.79	18.38	54.24	63.50	80.06	81.52
46.79	35.07	61.49	82.12	91.86	97.48

Из этой таблицы видно, что образование угольной кислоты в почве возрастает как с увеличением температуры, так и с увеличением (в пределах опыта) влажности почвы; при наиболее высокой температуре и при наибольшем содержании воды (температура 50° С, влажность 46.79%) воздух содержит слишком в 40 раз более угольной кислоты, чем при температуре 10° С и влажности почвы = 6.76%. Влажность в 6.76% выражает количество гигроскопической воды, поглощаемой компостной землей, употреблявшейся при опытах Вольни, из воздуха, насыщенного парами воды. Из цифр предыдущей таблицы можно видеть, что и при таком содержании воды из почвы отделяется при высоких температурах довольно много угольной кислоты.

Между прочим, Вольни произвел следующий интересный опыт: взявши ту же компостную землю с различным содержанием влажности, он определил содержание угольной кислоты в проходящем через нее воздухе в тех случаях, когда температура земли была тем больше, чем содержание влажности в ней было меньше. Результаты при этом получены следующие:

	Температура				
	10°	20°	30°	40°	50°
	Влажность (в %)				
	46.8%	36.8%	26.8%	16.8%	6.8%
Угольной кислоты содержалось в воздухе:					
1-й день	21.49	60.77	83.36	76.12	10.11
2-й »	44.87	61.77	62.11	57.54	18.72
Среднее	33.18	61.27	73.23	66.83	14.42

При этих условиях наибольшее содержание угольной кислоты в проходящем через почву воздухе не совпадает ни с наибольшей температурой, ни с наибольшей влажностью; оно всегда более при средней температуре и средней влажности почвы.

При некоторых опытах со смесью из торфа и известкового песку и с компостной землей Вольни сильно понижал температуру, несмотря на то, что в проходящем через них воздухе находилась угольная кислота, как видно из следующих таблиц.

Компостная земля с 43.13% воды:

Температура				
−10°	0°	+10°	+20°	+30°
1.31	1.32	2.45	4.68	9.58
1.09	1.54	2.62	3.29	8.58
0.55	1.22	2.63	2.77	8.67
Среднее . . 0.98	1.36	2.43	3.58	8.94

Смесь торфа и известкового песку с 16.93% воды:

Температура				
−10°	0°	+10°	+20°	+30°
1.43	1.76	3.03	4.51	5.74
1.21	2.42	3.96	4.39	6.91
0.98	2.09	2.43	3.14	4.43
Среднее . . 1.21	2.09	3.14	4.01	5.69

Присутствие угольной кислоты в воздухе, даже и при низких температурах, Вольни, основываясь на описанных выше опытах Меллера, объясняет не образованием ее при этих температурах, а тем, что она находилась в почве раньше и во время опыта только медленно отделялась от частиц смесей.

Относительно влияния влажности Вольни указывает на свои, пока еще не опубликованные, исследования, по которым оказывается, согласно с упомянутыми выше исследованиями Меллера, что при постепенном увеличении влажности почвы или искусственных смесей, подобных почве, угольная кислота образуется в наибольшем количестве не при полном насыщении почв и смесей водою; в почвах и смесях, насыщенных водою, угольной кислоты образуется меньше, подобно тому, как и в почвах сухих.

Из всех своих исследований над влиянием температуры и влажности на содержание угольной кислоты в почвенном воздухе Вольни сделал следующие заключения:

1) содержание угольной кислоты в почвенном воздухе при прочих равных условиях возрастает с температурою, и

2) с содержанием в почве влажности; с последним, однако, до тех пор, пока количество воздуха, заключающегося в скважинах почвы, не уменьшится настолько, что разложение органических веществ замедлится от недостатка кислорода;

3) если температура и влажность почвы находятся в обратном отношении, то образование угольной кислоты бывает всего сильнее при определенной температуре и влажности, тогда как в обе стороны с возрастанием температуры и с увеличением влажности оно ослабевает; из этого следует:

4) влияние температуры и воды на количество свободной угольной кислоты, указанное в положениях 1 и 2, тем слабее, чем суше почва или чем ниже ее температура. При переходе через известную границу выражается главным образом влияние того фактора, который находится в наименьшем количестве.

Кроме Вольни, одновременно с ним и отчасти раньше него занимался исследованиями над влиянием температуры и влажности на образование в почве угольной кислоты И. Фодор,* работы которого представляют особенный интерес потому, что исследования производились, между прочим, и при очень высоких температурах. Так, например, 2 кг сырой перегнойной земли помещены были в стеклянный сосуд, через который пропускался воздух сперва для извлечения накопившейся в почве угольной кислоты. Затем начат был самый опыт — сперва при комнатной температуре, а потом и при температурах более высоких, причем пропускалось 6 л воздуха в сутки. В 1000 объемов воздуха найдены следующие количества угольной кислоты:

1.	При 18—20°	2.04
2.	» —	2.19
3.	» —	2.00
4.	» 42—60	15.00
5.	» 50—60	13.20
6.	» 60—65	5.30
7.	» 60—65	4.40
8.	» 61°	6.00
9.	» 61	6.80
10.	После нагревания до 100° в течение $1^1/_2$ часа и затем при 61°	2.60

* J. Fodor. Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser. Zwei Bande, 1882 (Zweite Abteilung — Boden und Wasser, S. 40—46).

Наибольшее количество угольной кислоты найдено при 42—60°. Подобный же опыт над другой почвой дал следующие результаты:

	Угольной кислоты		Угольной кислоты
1. При 18—20°	2.8	4. При 75—82°	28.0
2. » 55—66	30.0	5. » 82—93	20.0
3. » 65—75	26.0	6. » 93—97	16.0

В этом случае наибольшее отделение угольной кислоты было при 55—60°, и при температурах до 90° оно остается все еще весьма значительным. По другим опытам Фодора, даже после нагревания почвы до 137°, не прекращается выделение из нее угольной кислоты; факты эти с другими, которые будут приведены ниже, послужат нам впоследствии для вывода некоторых важных заключений относительно причин разложения органических веществ.

Перечисленные нами до сих пор исследования хотя и дают в общих чертах понятие о быстроте разложения органических веществ при разных температурах и при разной влажности почвы, но для наших целей они недостаточны: все исследователи имели в виду определение не количества угольной кислоты, образующейся при разложении органических веществ, а накопление ее в почвенном воздухе, вследствие чего во многих случаях опыты организованы были так, что из почвы извлекался небольшой объем воздуха и в нем определялось содержание угольной кислоты. Протягивание больших количеств воздуха через почву при таких опытах было бы даже ошибкою, потому что при этом состав протянутого воздуха не соответствовал бы составу воздуха, находившегося в почве. Таких исследований, при которых имелось в виду определение количества органических веществ почвы, разложившихся при определенных условиях в известный период времени, почти не было; исключение представляют только следующие исследования Петерсена,* при которых определялось коли-

* Die Landwirtschaftliche Versuchsstationen. 1871, Bd. XIII, S. 155.

чество угольной кислоты, отделявшееся органическими веществами при разложении. Исследования эти, хотя и ограничивающиеся изучением влияния одной температуры, тем более для нас интересны, что опыты производились и над черноземом из Харьковской губернии, содержавшим около 9% перегноя. Чернозем употреблялся или в неизмененном состоянии, или же предварительно промытый водою для извлечения из него растворимых веществ (с особенной целью для других исследований). Два следующих ряда опытов производились на 24 г почвы, содержавшей 20% воды, или 1/3 того количества, какое необходимо для полного насыщения почвы.

	I Почва без растворимых веществ	II Почва неизмененная
	Выделялось CO миллиграммов в сутки	
1. При 21° C	3.35	3.98
	2.09	4.96
	1.05	3.49
	1.68	3.35
	1.47	3.28
	1.05	3.07
	0.84	2.79
	1.47	4.47
Всего в 8 дней	13.00	29.39
2. При 12°.5 C	1.61	6.08
	1.05	3.14
	2.30	2.53
Всего в 3 дня	4.96	11.80
3. При 35° C	2.09	4.75
	1.47	2.79
	1.19	2.37
Всего в 3 дня	4.75	9.91

Результат получился такой, что при изменении температуры от 12.5 до 35° разложение органических веществ черно-

зема остается одинаковым. В самом деле, среднее количество отделявшейся в течение суток угольной кислоты было:

	II	III
При 21° C	1.62	3.67
» 12.5	1.65	3.93
» 35	1.58	3.30

При опытах над землей, содержавшей 58% перегноя, происшедшего от разложения древесины лиственных деревьев, результаты получены иные; именно, из 20.5 г земли выделялись в течение суток следующие количества угольной кислоты:

1. При 21° C	16.06 15.01 14.88
Всего в 3 дня . . .	49.95, или 15.31 в сутки
2. При 12°.5 C	6.49 5.80 5.87
Всего в 3 дня . . .	18.16, или 6.05 в сутки
3. При 35° C	27.03 20.74 22.57
Всего в 3 дня . . .	70.34, или 23.45 в сутки

Из богатой перегноем земли выделялись, следовательно, при возрастании температуры бо́льшие количества угольной кислоты.

Опыт над черноземом, представляющий сильное противоречие нашим представлениям о влиянии температуры на разложение органических веществ, возбуждает и сильное сомнение в справедливости полученных при нем результатов. Подготовительные работы для этого опыта не описаны с такой подробностью, какая могла бы дать хотя некоторое понятие о том состоянии, в котором находилась почва перед началом

опыта, а между тем, от этого в сильной мере зависит правильность результатов опытов, подобных вышеприведенным. Это с замечательной ясностью доказывается различием результатов над черноземом, промытым и не промытым водою. Из статьи Петерсена видно, что при промывании почва долгое время находилась под водою, следовательно без доступа воздуха; при этом низшие организмы, производящие разложение органических веществ и живущие только при доступе воздуха, несомненно, большею частью умерли, так что во время опыта при полном доступе воздуха разложение не могло происходить в надлежащем размере вследствие отсутствия или малого количества необходимых для этого организмов. Подтверждается это и тем, что в промытой почве перестала образовываться азотная кислота. Сам Петерсен указывает как на причину найденной разницы между промытым водою и непромытым черноземом, между прочим, на то, что растворенные в воде вещества «могут быть ферментом, благоприятствующим образованию азотной и угольной кислоты»; следовательно, и он уже догадывался об удалении фермента, хотя ошибочно считал им растворенные в воде вещества.

Что касается влияния температуры на разложение органических веществ чернозема, то Петерсен указывает как на возможную причину разницы между черноземом и другой почвой в этом отношении на сравнительную древность происхождения органических веществ чернозема и высказывает предположение, что температура может иметь сильное влияние исключительно на перегнойные вещества недавнего происхождения. Предположение это, однако, не может быть оправдано нашими теперешними сведениями о причинах разложения органических веществ вообще; гораздо вероятнее, что опыт заключал в себе какие-либо ненормальные условия, от действия которых получился и ненормальный результат.

Ввиду недостатка надлежащим образом организованных и достаточно полных исследований над влиянием температуры и влажности на разложение органических веществ необхо-

димы были новые исследования по этому предмету. Для этой цели в лаборатории, находящейся в моем заведывании, произведено было несколько рядов опытов; опыты производились отчасти мною самим, главным же образом слушателями Лесного института, причем все, без исключения, исследования во всех частях их производились при постоянном моем наблюдении, и потому в точности сообщаемых ниже числовых данных я убежден вполне.

Следующие опыты над влиянием температуры и влажности на разложение органических веществ произведены г. Белленом;[10] данные цитируются мною по его рукописи, находящейся при делах Лесного института.

Для исследования взяты были: только что опавшие березовые листья, свежая еловая хвоя и сено, состоявшее почти исключительно из стеблей и листьев злаков.

Первые три ряда опытов произведены над веществами, еще не подвергавшимися разложению. Для этого вещества были высушены и превращены в возможно мелкий порошок; разложение их происходило в стеклянных трубках, в нижней части которых закладывался слой стеклянной ваты, а на него уже помещалось вещество или сухое, или смоченное определенным количеством воды. Сверху снова помещался слой стеклянной ваты. Воздух входил в трубки снизу, проходя предварительно через едкое кали, а затем через кали-аппарат с водою, в том случае, если в трубке находилось смоченное вещество или когда наблюдалось разложение сухого вещества в атмосфере, насыщенной парами воды.

При описанном расположении приборов можно было иметь уверенность, что, вступая в трубку с органическим веществом, воздух был уже насыщен парами воды и, следовательно, не мог высушивать разлагающегося вещества. В тех случаях, когда трубки с разлагающимся веществом нагревались или охлаждались, кали-аппарат с водою подвергался такому же нагреванию или охлаждению, так что проходящий через трубки с разлагающимся веществом воздух всегда был насыщен водою

при той температуре, при которой происходило разложение органического вещества.

Выходящий из трубок воздух проходил сперва через сосуд с серной кислотой, где задерживалась большая часть воды, потом через трубки с хлористым кальцием; отделяющаяся угольная кислота поглощалась в трубках Маршана, содержащих в передней части натронную известь, а в задней — хлористый кальций. Таких трубок всегда было две. Наконец, воздух проходил через предохранительную трубку с натронной известью и хлористым кальцием.

Воздух протягивался при посредстве больших цинковых аспираторов, в форме бутылей, 60 л емкостью. Обе трубки в аспираторах были опущены до дна их, так что каждый аспиратор представлял мариоттов сосуд, и вытекание из них воды происходило довольно равномерно. Вода протекала через каучуковые трубки со вставленными в них стеклянными трубками, концы которых были оттянуты и отверстия их при помощи долгих предварительных испытаний оставлены такими, чтобы вода вытекала в количестве 450—500 куб. см в час. Вполне равномерного вытекания достигнуть было невозможно, но через трубки с разлагающимся веществом проходило такое значительное количество воздуха, что недостатка в нем не могло быть; на точность получаемых цифр незначительные разницы в токе воздуха не могли иметь влияния, как это удостоверено особенными опытами, произведенными нарочно для этой цели.

Опыты производились или при обыкновенной комнатной температуре, или же трубки помещались в ванну с ледяной водой, или же в ванну, нагретую до определенной температуры. При известной величине пламени лампы температура ванны изменялась вообще весьма незначительно — на 1—2° С. Во всех трубках помещались одинаковые количества сухого вещества, или не смешанного с водою, или смешанного с разными количествами воды в разных трубках.

В следующих таблицах приведены количества угольной кислоты, выделяемой в течение суток 100 г разлагающегося

органического вещества. Так как при помещении трубок в среду с другой температурою разлагающееся вещество не сразу принимало температуру новой среды, то количества угольной кислоты, выделяемой в первые дни после перемены температуры, не показаны в таблицах.

Влажность разлагающегося вещества, содержание гигроскопической воды в котором до смачивания его было известно по предварительным исследованиям, можно было знать приблизительно по количеству воды, прибавленной к веществу. Кроме этого, по окончании опыта каждый раз производилось определение влажности разлагавшегося вещества в двух пробах из каждой трубки. Оно всегда было очень близко к вычисленному раньше. В таблицах приведена везде влажность, найденная после опыта.

Опыты всегда начинались при комнатной температуре; затем при 35—50° или при 0—5° — не всегда в одинаковом порядке; но под конец вещество снова оставлялось при комнатной температуре для убеждения в том, что быстрота разложения при равных условиях осталась неизменною. В таблицах для удобства результаты расположены по возрастающим температурам.

1-й ряд опытов над свежей березовой листвой (десятитысячные доли грамма угольной кислоты, выделявшейся 100 граммами разлагающегося вещества).

Температура	Влажность (в %)				
	78.9	64.1	38.7	11.7	3.69
1) 0—5°. 1-й день . . .	1907	2138	2119	40	0
2-й » . . .	2026	2112	2208	46	0
3-й » . . .	1914	2020	2432	43	0
Среднее	1950	2088	2254	43	0

Продолжение

Температура	Влажность (в %)				
	78.9	64.1	38.7	11.7	3.69
2) 17°. 1-й день	4554	4349	5369	16	0
2-й »	2934	2713	4343	30	0
3-й »	3864	3270	5841	23	0
Среднее	3785	3445	5184	23	0
3) 35°. 1-й день	20371	22093	20506	231	0
2-й »	15097	16728	16837	122	0
3-й »	11755	13157	12375	66	0
4-й »	10124	9678	10045	82	0
Среднее	14913	15441	15022	122	0
4) 50°. 1-й день	3993	4435	4749	337	56
2-й »	5643	3907	3274	544	76
3-й »	5923	8141	8613	257	40
Среднее	5188	5494	5544	379	59
5) 65°. 1-й день	5818	5993	4755	726	109
2-й »	3399	3396	5122	634	112
3-й »	3598	3105	4273	808	145
4-й »	2468	3300	2379	459	79
Среднее	3821	3957	4132	657	102

2-й ряд опытов. Свежее сено. Значение цифр то же.

Температура	Влажность (в %)			
	72.7	60.3	45.5	10.9
1) 0—5°. 1-й день . . .	1828	608?	2180	336
2-й » . . .	1736	400?	2076	100
3-й » . . .	2116	468?	2796	272
Среднее	1893	492?	2350	236
2) 19°. 1-й день	4728	2700	4400	160
2-й »	3840	5340	3960	52
Среднее	4284	5520	4215	106
3) 37°. 1-й день	44460	28628	34672	120
2-й »	40900	38480	40040	268
Среднее	42680	33554	37356	194
4) 50°. 1-й день	42212	40184	32400	80
2-й »	33240	30716	16952	280
3-й »	26540	18800	13768	168
4-й »	24720	19000	9900	80
Среднее	31928	27175	18255	155

Останавливаясь пока на этих опытах и сравнивши полученные цифры, мы можем вывести из них следующие заключения.

1. Разложение органических растительных веществ может происходить и при низкой температуре (0—5°), и при достаточной влажности вещества; разложение это никак нельзя назвать очень слабым. При 40—70% влажности количество углерода, выделяющегося ежедневно в виде угольной кислоты,

составляет иногда до 2% всего углерода, находящегося в разлагающемся веществе.

2. С возрастанием температуры разложение быстро усиливается, если только разлагающееся вещество достаточно влажно. Для свежих растительных остатков наиболее благоприятная разложению температура около 35—37°. При температурах более высоких разложение становится медленнее.

3. Вещества, содержащие только гигроскопическую воду (11.7% в березовой листве и 10.9% в сене), могут разлагаться, хотя и медленно; температура не оказывает в таком случае сильного влияния на разложение; при такой влажности с возрастанием температуры даже до 65° разложение иногда ускоряется, оставаясь все-таки незначительным (хотя для сена не замечено усиления разложения при 50°).

4. Вещества, высушенные более сильно (листва с 3.6% воды; через нее проходил воздух, бывший в соприкосновении с кусками едкого кали и не проходивший потом через воду), начинают разлагаться, хотя и очень слабо, при сравнительно очень высоких температурах (50—65°).

Те же самые заключения приложим и к разлагающейся свежей еловой хвое, за исключением того, что при 48° она разлагалась сильнее, чем при 35°. Вообще разложение хвои представляет некоторые различия от разложения березовой листвы и сена, вероятно, вследствие содержания в хвое смолы и эфирных масел. Ход разложения свежей хвои представлен в следующей таблице:

3-й ряд опытов. Свежая еловая хвоя. Значение цифр то же.

Температура	Влажность в (%)			
	63.0	52.5	27.0	6.3
1) 0—5°. 1-й день . . .	1208	957	363	26
2-й » . . .	885	759	379	23
3-й » . . .	947	528	376	7
Среднее	993	748	363	19

Продолжение

Температура	Влажность (в %)			
	63.0	52.5	27.0	6.3
2) 20°. 1-й день	2937	1353	2145	30
2-й »	1307	1287	2194	36
3-й »	1287	1254	2584	20
Среднее	1843	1298	2308	29
3) 35°. 1-й день	1726	3036	924	89
2-й »	1828	1452	?	10
3-й »	5960	5115	729	20
4-й »	5424	6435	8266	53
Среднее	3735	4009	3313	43
4) 48°. 1-й день	7870	6690	9081	66
2-й »	9570	6700	7425	53
3-й »	6105	5920	6006	69
Среднее	7848	6439	7504	63

Предыдущие опыты показывают разложение растительных веществ, до того не подвергавшихся разложению. Для того чтобы получить более ясное представление о разложении растительных остатков вообще, необходимо было исследовать разложение их и в то время, когда они находятся уже в значительно подвинувшейся стадии разложения. С этой целью вещества, употребляемые для опытов, при самом начале последних уложены были в небольшие чашки и поддерживались во влажном состоянии; чашки для предохранения от пыли постоянно были закрыты бумагою.

Вес первоначально положенного в чашки сухого вещества был определен; затем в то время, когда уже значительно раз-

ложившиеся вещества эти брались для исследования, они тоже взвешивались, и в них определялось содержание сухого вещества.

Таким образом возможно было определить потерю сухого вещества, проистекавшую от разложения.

Изменения внешнего вида разлагавшихся при таких условиях растительных веществ и вообще явления, замеченные при таком процессе, описаны будут впоследствии; теперь же мы обратимся к рассмотрению того, какое влияние оказывают температура и влажность на разложение этих веществ, уже значительно разложившихся раньше.

С такими веществами произведены были следующие четыре ряда опытов.

4-й ряд опытов. Березовая листва, разлагавшаяся 8½ месяцев. При разложении в этот период времени потеря твердых веществ составляла 43.1% первоначального веса сухого вещества. Значение цифр такое же, как и в предыдущих опытах.

Температура	Влажность (в %)			
	72.2	59.5	42.3	16.5
1) 0—5°. 1-й день . . .	1353	1897	1732	66
2-й » . . .	1518	561	709	43
3-й » . . .	1155	1089	835	40
Среднее	1342	1182	1039	50
2) 21°. 1-й день	1887	6762	5603	125
2-й »	2356	6352	4745	99
3-й »	2191	6333	4577	214
4-й »	1913	5148	3646	62
Среднее	2087	6150	4631	124

Продолжение

Температура	Влажность (в %)			
	72.2	59.5	42.3	16.5
3) 35°. 1-й день	17523	14487	13200	623
2-й »	13992	?	13246	475
3-й »	10395	14460	9636	429
Среднее	13970	14597	12027	509
4) 51°. 1-й день	21007	20612	20407	1825
2-й »	14857	20724	15424	1294
3-й »	13883	20648	14120	683
Среднее	16582	20661	16651	1267
5) 70°. 1-й день	14879	12441	12144	2544
2-й »	11438	12019	6521	1828
Среднее	13154	12230	9332	2186

5-й ряд опытов. Березовая листва, уже разлагавшаяся в течение года. Из нее исчезло, вследствие разложения, 54% первоначально бывшего сухого вещества. Значение цифр то же.

Температура	Влажность (в %)			
	75.1	64.8	42.4	25.0
1) 15°. 1-й день	5720	4862	4398	422
2-й »	4000	4221	2060	278
3-й »	3400	3198	2800	260
Среднее	4373	4093	3087	320

Продолжение

Температура	Влажность (в %)			
	75.1	64.8	42.4	25.0
2) 36°. 1-й день	15380	15760	14740	—
2-й »	11308	11118	10740	13898
3-й »	9152	9880	14442	8362
Среднее	11947	12256	13307	11130
3) 45°. 1-й день	9220	13060	13320	12960
2-й »	13264	11824	9946	13980
3-й »	13036	11380	12154	14342
Среднее	11840	12088	11805	13760
4) 60°. 1-й день	19960	20240	22040	12804
2-й »	19630	20308	14760	12956
3-й »	—	18288	—	14344
4-й »	15600	20972	19840	8476
Среднее	8708	—	10648	6030

6-й ряд опытов. Сено, разлагавшееся в течение 1 года и 37 дней. Из него выделились 63% первоначально бывших в нем твердых веществ. Значение цифр то же.

Температура	Влажность (в %)		
	72.1	60.0	49.7
1) 38°. 1-й день	12240	14820	14160
2-й »	17360	15780	10800
3-й »	9740	—	9208
Среднее	13112	15300	11388

Продолжение

Температура	Влажность (в %)		
	72.1	60.0	49.7
2) 48°. 1-й день	16760	25696	23120
2-й »	14660	24340	19520
3-й »	13700	17660	13168
Среднее	15040	22564	18604
3) 60°. 1-й день	28212	28760	23512
2-й »	21248	23362	18320
3-й »	22740	23360	—
Среднее	24068	25160	20916

7-й ряд опытов. Еловая хвоя, разлагавшаяся 1 год и 23 дня. Из нее выделено в течение этого периода 53% бывших в ней первоначально твердых веществ. Значение цифр то же.

Температура	Влажность (в %)			
	70.1	60.0	41.8	20.3
1) 37°. 1-й день	15044	17540	17680	6780
2-й »	9320	8500	9724	5360
3-й »	7700	8803	8936	5668
Среднее	10688	11480	12112	5668
2) 45°. 1-й день	10298	11200	11464	11140
2-й »	9942	10336	20816	8480
3-й »	9896	12084	20040	6708
Среднее	10044	11208	17440	8776

Продолжение

Температура	Влажность (в %)			
	70.1	60.0	41.8	20.3
3) 55°. 1-й день	15856	17980	20912	7172
2-й »	15968	15952	17460	10244
3-й »	12748	8868	6504	6004
4-й »	6452	7200	5560	4856
5-й »	6580	6240	7160	3980
Среднее	11400	11248	10920	6432
4) 69°. 1-й день	9260	10300	—	4080
2-й »	5200	6000	—	3340
3-й »	4064	4240	—	2880
4-й »	—	—	—	2480
Среднее	6175	6848	—	3196

Просматривая цифры последних четырех таблиц, мы легко заметим, что *в растительных веществах, уже подвергавшихся довольно долго разложению, наиболее сильное разложение происходит при 50—60°, а не при 35—37°, как в растительных свежих веществах. Затем ни в чем другом разницы не заметно.*[11]

Быстрота разложения с течением времени, повидимому, мало изменяется. Так, из опытов с березовой листвой видно, что в первые 8½ месяцев из нее исчезло 43% первоначального сухого вещества, а в следующие 3½ месяца — еще 11%. Следовательно, в каждый из первых 8½ месяцев средняя потеря была 5.04% первоначально бывшего вещества. Из оставшихся 57% выделилось в 3½ месяца 11%; принимая 57% = 100, мы находим, что средняя потеря в каждый из 3½ месяцев была 5.5%.

Чтобы еще более убедиться в этом, я произвел ряд опытов с березовой листвой и сеном; они уложены были в чашки и стояли при обыкновенной комнатной температуре, прикрытые бумагою для предохранения от пыли. В каждую чашку положено по 200 г сухого вещества. Во все время разложения, продолжавшегося 1½ года, вещества поддерживались влажными. Каждого вещества взято по три чашки, из которых одна высушивалась через 6 месяцев, другая через 1 год, третья через 1½ года, причем после высушивания на воздухе определялось в них содержание твердых веществ высушиванием при 100—105°.

Из 200 г сухого вещества осталось:

	Сено	Березовая листва
	граммы	
Через 6 месяцев . . .	119.3	124.7
» 12 » . . .	70.8	75.5
» 18 » . . .	43.0	47.6

Или потеря в процентах первоначального количества сухого вещества была:

	Сено	Березовая листва
Через 6 месяцев . . .	40.35	37.65
» 12 » . . .	64.60	62.25
» 18 » . . .	78.50	76.20

Если же вычислить, сколько сухого вещества разложилось из того количества его, какое было в начале каждого из трех периодов, то получаются следующие величины:

	Сено	Березовая листва
В первые 6 месяцев из 200 г потеряно	40.35%	37.65%
Во вторые 6 месяцев из 119.3 г сена исчезло 48.5 г или	40.74%	—
Из 124 г листвы исчезло во вторые 6 месяцев 49.2 г или	—	39.45%
В третье полугодие из 70.8 г разложившегося сена исчезло 27.8 г. или	39.26%	—
В то же полугодие из 75.5 г разложившейся березовой листвы исчезло 27.9 г, или около	—	37.0%

На основании этих опытов, которые, как мы увидим ниже, подтверждаются наблюдениями другого рода, мы можем представить убыль органических веществ в разлагающемся веществе по истечении равных периодов времени рядом членов убывающей геометрической прогрессии. Если a будет выражать какую-нибудь дробь меньше единицы, представляющую количество органического вещества, исчезнувшего при гниении в течение известного периода из весовой единицы этого вещества, и если A будет выражать начальное количество этого вещества, то количество веществ, исчезающих при гниении этого вещества в первый и следующие такие же периоды, выразится величинами:

По истечении первого периода . . . $A.\ a$
» » второго » . . . $A.\ a^2$
» » третьего » . . . $A.\ a^3$ и т. д.

Если бы правило это оставалось справедливым для бесконечного ряда периодов, то мы могли бы сказать, что органи-

ческое вещество, раз начавшее гнить, никогда не исчезнет совершенно. Но в настоящее время мы не знаем ничего о разложении в очень дальние периоды, и, во-вторых, правило это может быть справедливым только для одинаковых условий разложения, чего в природе ни в каком случае быть не может. Но так как в большинстве случаев о процессах разложения органических веществ в природе достаточны пока представления только в крупных чертах, то для небольшого числа лет и для условий, остающихся приблизительно одинаковыми, применение указанной прогрессии может принести существенную пользу.

Нужно заметить, однако, что правило это вероятно и для долгих периодов разложения. Это я заключаю из следующего произведенного мною опыта.

Почва № 27 (см. гл. IX), содержащая 10.884% перегноя, была взята в количестве 500 г и помещена в трубку, в какой обыкновенно производились опыты над разложением органических веществ. Почва смочена была водою до $^1/_3$ влагоемкости (после опыта влажность ее была 26.34%) и оставалась в трубке 6 дней при медленном токе насыщенного водяными парами

Температура 17—18° С	В сутки отделялось (десятых миллиграмма)	
	почва	разложившееся сено
1-е сутки	1983	2343
2-е »	1779	2138
3-и »	1536	1637
4-е »	2347	2539
5-е »	2134	2111
6-е »	2090	2170
Среднее в сутки	1975	2156

воздуха. Одновременно с этим было взято 56.70 г сена, разлагавшегося около 3 лет; в нем было 50.44 г сухого вещества, т. е. столько же, сколько в 500 г чернозема содержалось органических веществ. Они смочены тоже до $^1/_3$ влагоемкости (после опыта было 41.45% воды). Воздух пропускался тоже 6 дней. Затем начаты определения угольной кислоты (см. таблицу на стр. 48).

Разница между обоими числами не велика: может быть, она обусловливалась отчасти разницею во влажности почвы и сена, но угадать, насколько следует смочить оба вещества, чтобы *органические вещества* в почве и в сене были смочены одинаково, очень трудно. Я, по крайней мере, не мог придумать никакого удовлетворительного способа для этого. При этом опыте сравнивались вещества, недолго разлагавшиеся, с такими, которые накоплялись в черноземной почве в течение долгого ряда лет.

При дальнейших рассуждениях наших о процессах накопления в почвах органических веществ мы будем считать правило о равной скорости разложения органических остатков, в какой бы стадии они ни находились, приблизительно верным и будем им пользоваться, предоставляя точное исследование этого вопроса будущему. Нужно заметить, что правило это может относиться только к веществам, разлагающимся при доступе воздуха.[12]

Кроме приведенных выше опытов, произведены были еще следующие для более точного выяснения процесса разложения при некоторых особенных обстоятельствах. При первом и втором ряде опытов оказалось, что высушенные на воздухе растительные вещества разлагаются уже при обыкновенной температуре, если через них проходит воздух, насыщенный водяными парами. Этими опытами не доказано, однако, могут ли разлагаться органические вещества, если они будут находиться в воздухе с обыкновенною влажностью в 60—80%. Для того чтобы опыт соответствовал этому условию, я произвел его следующим образом. После прохождения через цилиндр с ку-

сками едкого кали и до вступления в цилиндр, содержащий разлагающиеся вещества, воздух проходил через два высоких цилиндра со смесью серной кислоты и воды, в отношении H_2SO_4—$9H_2O$; под влиянием такой смеси, по исследованиям Реньо,* воздух при температурах от 5 до 35° имеет влажность около 62—63%. Опыты произведены над сеном — свежим и разлагавшимся более года. Цилиндры находились при обыкновенной комнатной температуре (17—19° С). На 100 г сухого вещества выделялось CO_2 (в десятитысячных долях грамма):

9-й ряд опытов. Разложение при обыкновенной температуре вещества, высушенного на воздухе.

	Свежая листва	Разложившаяся листва
1-й день	73	87
2-й »	85	93
3-й »	64	56
4-й »	95	115
5-й »	103	98
6-й »	58	97
7-й »	94	101
8-й »	95	81
9-й »	87	98
10-й »	91	100
Среднее в 1 день	84.5	92.6

Следовательно, *разложение в органических веществах после высушивания их на воздухе не прекращается, хотя и происходит слабо.*

Затем, для большего убеждения в том, что разложение не прекращается при 0° или около этого, г. Беллен произвел следующий.

* Annales de chimie et de physique. 1845, p. 179.

10-й ряд опытов. Разложение березовой листвы (свежей) при 0—1°. Значение цифр то же.

	Влажность листвы	
	I 69.0%	II не определена
1-й день	3390	520
2-й »	4125	920
3-й »	3485	560
4-й »	4712	800
5-й »	4442	480
6-й »	7148	504
7-й »	3280	600
8-й »	3696	520
9-й »	3811	488
10-й »	3917	492
11-й »	3330	480
12-й »	3116	520
13-й »	3148	—
14-й »	3168	—
Среднее в 1 день	3912	574

При этих опытах цилиндры с разлагающимся веществом помещены были в большие сосуды, в которых лед никогда не успевал растаять в течение ночи. При первом опыте термометр находился возле цилиндра; при втором был опущен в цилиндр с веществом; температура была в последнем случае постоянно равна 0°. Чтобы в цилиндры воздух не входил нагретым, он пропускался через длинные трубки и пустые колбы, погруженные в воду со льдом. Оба опыта показывают, что *при температурах около 0° разложение при достаточной влажности может происходить с заметною быстротою.*[13]

Наконец, для выяснения того, как идет разложение при температурах около 100°, был произведен следующий ряд опытов над свежей березовой листвой (г. Белленом) и значительно разложившимся сеном (мною).

11-й ряд опытов. Разложение около 100°. Значение цифр то же.

			Березовая листва с 60% воды
1-й	день, температура	40°	480
2-й	» »	40	200
3-й	» »	40	760
4-й	» »	40	260
5-й	» »	50	280
6-й	» »	50	260
7-й	» »	50	312
8-й	» »	60	720
9-й	» »	80	3420
10-й	» »	80	4060
11-й	» »	90	6740

Цилиндр с веществом на 12-й день лопнул, и опыт был прекращен; после этого я произвел опыт, поместивши не смоченное водою разлагающееся вещество в колбу, куда через пробку опущен был и термометр. Колба опускалась в сосуд с кипящей водой; воздух насыщался водою тоже при 100°, проходя через колбу с водою, которая была опущена в ту же ванну. По мере испарения из колбы воды она заменялась новою, нагретою до кипения. Сперва три дня через вещество пропускался воздух, но угольная кислота не определялась; термометр в колбе с веществом показывал 95—98°. Количества угольной кислоты затем получены следующие (в граммах, из 100 г сухого вещества):

1-й день	0.7400
2-й »	0.8320
3-й »	1.4563
4-й »	0.9688
5-й »	1.1123

Следовательно, и *при температурах около 100° разложение не прекращается, но происходит весьма сильно.*[14]

На этом закончены были исследования над температурой и влажностью по отношению их к разложению органических веществ. Без сомнения, во многом эти исследования могли бы быть значительно пополнены; но они потребовали и без того около двух лет времени, так что дальнейшее продолжение их было весьма обременительно; однако и в том виде, как они есть, возможно применение их к естественным условиям и возможны заключения по интересующему нас вопросу о накоплении перегноя в черноземных почвах.



ГЛАВА II

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ НЕКОТОРЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ НА РАЗЛОЖЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

В предыдущей главе изложены опыты, при которых разлагались или одни органические вещества, или же на присутствие примесей к ним никакого внимания обращено не было. Между тем в природе очень часто (в черноземе главным образом) органические вещества тесно смешаны с минеральными веществами и разлагаются в их присутствии. Поэтому представляется интересным исследовать влияние, по крайней мере, главнейших (по количеству) составных частей почвы на разложение органических веществ. Относительно некоторых из них a priori можно полагать, что едва ли они обнаруживают какое-либо действие на органические вещества: таковы, например, глина и песок. Относительно других, например углекислой извести, существует убеждение, что вещество это значительно ускоряет разложение органических веществ. Убеждение это основано отчасти на теоретических соображениях, оставшихся от того времени, когда разложение органических веществ считали процессом чисто химическим; но отчасти это убеждение основано на исследованиях, хотя весьма немногочисленных и произведенных с веществом только определенного характера. Если не считать одного весьма недостаточного эвдиометрического опыта Шульце, то относительно влияния углекислой из-

вести на разложение органических веществ почвы мы имеем всего одно исследование Петерсена.*

Вопрос, поставленный для исследования, заключался, по словам Петерсена, в том: «как и при каких условиях углекислая известь, прибавленная *к кислой* почве (собственно «подобной земле смеси» — Erdgemisch), способствует разложению перегнойных веществ, насколько оно выражается выделением угольной кислоты и образованием азотной кислоты?». Для опытов взята была вполне бесплодная тяжелая кислая почва с содержанием 1.98% органических веществ и перегной из сгнившего дерева.

Опыты с почвой дали следующие результаты:

	Продолжительность опыта (часы)	Отделялось угольной кислоты (в миллиграммах)	
		I почва без извести	II почва с примесью $^1/_2$% $CaCO_3$
1-й день	4	0.63	4.12
2-й »	4	0.49	1.89
3-й »	16	0.84	3.35
4-й »	24	1.19	3.49
5-й »	24	0.42	3.84
6-й »	24	0.63	3.91
7-й »	24	1.26	2.44
8-й »	24	1.12	3.49
9-й »	24	0.91	1.19
10-й »	24	0.98	1.61
11-й »	24	0.84	1.47
12-й »	24	0.63	1.96
13-й »	24	0.96	1.52
14-й »	24	0.47	1.94
15-й »	24	0.96	1.73
16-й »	24	0.96	1.66
17-й »	24	0.87	1.49
18-й »	24	0.73	1.49
Всего	в 384 часа	14.89	42.59

* Die Landwirtschaftliche Versuchsstationen. Bd. XIII, S. 155.

Следовательно, в присутствии углекислой извести выделялось почти тройное количество угольной кислоты.

Опыты с землей, содержащей 58% перегноя, происшедшего от сгнивания дерева и имевшей очень кислую реакцию, дали следующие результаты:

	Выделялось CO_2 (в миллиграммах)			
	I. земля без извести	II. с 1% $CaCO_3$	III. без извести	IV. с 3% $CaCO_3$
1-й день	4.19	19.27	4.75	29.68
2-й »	1.68	17.04	1.05	20.25
3-й »	1.47	17.25	1.82	24.79
4-й »	1.89	14.95	3.07	29.54
5-й »	3.91	12.29	2.09	18.93
6-й »	3.56	14.53	3.14	16.90
7-й »	3.35	13.41	2.72	14.88
8-й »	2.93	9.29	2.37	10.96
9-й »	2.72	9.50	2.86	11.66
10-й »	3.00	5.73	2.72	9.71
11-й »	2.72	6.91	2.09	7.54
12-й »	1.89	4.54	2.79	8.80
13-й »	2.30	5.59	2.17	8.80
14-й »	1.68	6.57	1.82	8.31
15-й »	3.14	6.22	2.51	8.03
16-й »	2.51	5.94	3.07	5.66
17-й »	2.30	6.29	2.23	4.96
18-й »	1.96	5.80	1.40	5.31
Всего	47.20	181.12	44.67	244.71

И при этих опытах углекислая известь содействовала гораздо большему выделению угольной кислоты. Замечательно,

однако, что в последние дни опыта разница между веществами с угольной известью и без нее была не столь велика, как в первые дни. Может быть, что угольная кислота в первые дни отчасти выделялась из углекислой извести под влиянием кислого разлагающегося материала. Несомненно, однако, что значительное количество угольной кислоты образовалось из гниющих веществ, потому что примесь углекислой извести вызвала такое увеличение отделившейся угольной кислоты, что количество ее значительно превышало то, какое находилось в прибавленной углекислой извести.

На основании некоторых соображений, которые находятся в одной из следующих глав, можно думать, что действие углекислой извести на разлагающиеся органические вещества не всегда будет такое, каким оно оказалось при опытах Петерсена, и что при других условиях, когда на разлагающемся веществе может поселяться и размножаться разнообразная низшая растительность, разложение как в присутствии углекислой извести, так и без нее будет происходить одинаково. Это и оказалось на самом деле при следующих опытах, произведенных г. Опритовым [15] над листвою, разлагавшеюся несколько недель при полном доступе воздуха, и над черноземом.

Опыты производились таким образом, что разлагающиеся вещества, смоченные одинаковым количеством воды, помещались в большие трубки, через которые пропускался воздух, лишенный углекислоты и насыщенный водяными парами. Сперва наблюдалось разложение во всех трубках одного ряда опытов без прибавки извести, чтобы иметь понятие, насколько разложение в них происходит равномерно; затем из некоторых трубок вещество высыпалось, смешивалось равномерно с чистой углекислой известью и снова без потерь вносилось в трубку. При этом смесь смачивалась заранее высчитанным для трубок таким количеством воды, чтобы влажность вещества во всех трубках была одинакова. Опыты производились при обыкновенной комнатной температуре, и все трубки стояли рядом. Результаты получены следующие:

12-й ряд опытов. Древесная листва без примеси (предварительный опыт).

	Количество CO_2 (в десятых долях миллиграмма)		
1-й день	5897	9210	9678
2-й »	8362	6923	6981
3-й »	6171	6140	6107
4-й »	4363	4499	4590
5-й »	3835	4025	4229
6-й »	3697	4004	3886
Среднее в сутки (из последних 4 дней)	4514	4642	4703

После первых двух дней выделение угольной кислоты сделалось очень правильным и во всех трубках равномерным; в первой трубке разложение происходило немного слабее, чем во второй, а во второй слабее, чем в третьей. По истечении 6 дней разлагающаяся листва была смешана в первой трубке с 5% углекислой извести, а во второй — с 1% этого вещества. Через день после этого начато определение отделяющейся угольной кислоты; количества ее показаны в следующей таблице.

13-й ряд опытов. Разложение листвы в смеси с $CaCO_3$ и без нее. Значение цифр то же.

	5% $CaCO_3$	1% $CaCO_3$	Без $CaCO_3$
1-й день	4975	5884	4870
2-й »	2482	4512	4061
3-й »	4323	4334	4059
4-й »	5117	5050	4295
5-й »	4843	5033	5068
6-й »	3734	4738	4684
7-й »	4221	4606	4236
8-й »	4016	4404	4245
9-й »	4993	6385	5707

Продолжение

	5% $CaCO_3$	1% $CaCO_3$	Без $CaCO_3$
10-й день	3364	3575	3182
11-й »	4286	4115	3902
12-й »	165	1075	1716
13-й »	3897	5079	4876
14-й »	4524	5274	5615
15-й »	4119	5043	5236
16-й »	3947	9354	4713
17-й »	4067	.	5535
18-й »	5044	5530	5934
19-й »	4239	.	5196
20-й »	4534	4862	5195
21-й »	4001		
22-й »	4191	4853	5262
23-й »	3775	4269	4790
24-й »	3310	3918	4381
Среднее в 1 день, за исключением первых двух дней	4212	4556	4811

При выводе средних цифр 12-й день тоже не принимался в расчет.

Из таблицы можно видеть, что в первые дни прибавка углекислой извести вызывала как бы несколько большее выделение угольной кислоты, но затем это прекратилось, и можно даже полагать, что произошло обратное влияние извести, так что в среднем выводе из всех дней опыта оказывается, что *углекислая известь нисколько не содействовала ускорению разложения древесной листвы.*

После этого произведены опыты с черноземом. Для опытов взяты были почвы, которые в одной из следующих глав (IX) приведены будут под № 112 и 113. Обе они из Старобельского уезда Харьковской губ. и взяты на расстоянии около 3 верст одна от другой. Из них:

Почва № 112 содержит . . . . 8.534% перегноя и 0.479% $CaCO_3$
» № 113 » . . . . 8.293 » » 0.460 $CaCO_2$

Для опытов они смешаны вместе, очень тщательно перемешаны между собою, и затем взяты из смеси равные навески по 650 г. К одной навеске прибавлено 10%, или 65 г $CaCO_3$. К обеим прибавлено по 30% их веса воды, т. е. к почве без извести 195 г, а к почве с известью 225 г. После наполнения трубок влажными почвами они стояли три дня при обыкновенной температуре, и угольная кислота не определялась. Затем получены были следующие количества CO_2.

14-й ряд опытов. Чернозем с $CaCO_3$ и без нее. Количество CO_2 — в десятых долях миллиграмма.

	I Чернозем + + 10% $CaCO_3$	II Чернозем без $CaCO_3$		I Чернозем + + 10% $CaCO_3$	II Чернозем без $CaCO_3$
1-й день . .	837	1230	7-й день .	277	467
2-й » . .	599	944	8-й » .	246	547
3-й » . .	563	704	9-й » .	376	588
4-й » . .	486	735	10-й » .	311	556
5-й » . .	377	585	11-й » .	325	450
6-й » . .	379	568	12-й » .	181	351
			13-й » .	364	568

Во все дни выделение угольной кислоты было меньше из смеси с углекислой известью; это могло происходить или от действия примеси, или же от какой-либо иной причины. Поэтому во вторую трубку прибавлена была тоже углекислая известь, и разложение продолжалось так:

	I	II
14-й день	385	746
15-й »	220	607
16-й »	382	778

В последние дни произошло как бы увеличение выделения угольной кислоты; но такое усиление всегда замечáется при разрыхлении лежащей в трубке смеси. Через полтора месяца по окончании опытов, после которых смеси чернозема остались в трубках, я нашел следующие количества угольной кислоты, выделяющейся в течение суток (пропустивши через трубки сперва большой объем воздуха):

	I	II
1-й день . . .	247	431
2-й » . . .	197	341
3-й » . . .	201	353
4-й » . . .	350	571
		(в 30 часов)

т. е. отношение между количеством угольной кислоты, выделяющимся из обеих трубок, оказалось приблизительно таким же, каким оно было и в то время, когда во второй трубке не было углекислой извести; я полагаю, что мы имеем возможность заключить из предыдущих опытов, что *углекислая известь не ускоряет разложения органических веществ, если только они разлагаются вместе с нею или до смешения с нею разлагались при доступе воздуха.*[16]

Хотя, как сказано выше, глина и песок едва ли могут оказывать какое-нибудь влияние на разложение органических веществ, но для полноты исследования я произвел следующие опыты над смесями органических веществ с этими составными частями почв.

Для опытов взято было сено, разлагавшееся около 3 лет; измельченный порошок, смоченный водою, был помещен в трубки; в каждой было 100 г сухого вещества. Опыты производились при обыкновенной температуре. Первые три дня пропускался воздух, но CO_2 не определялась.

15-й ряд опытов. Разложившееся сено одно и в смеси с глиною и песком.

	Выделение угольной кислоты (в десятых долях миллиграмма)		
	I	II	III
1-й день	6933	7032	7134
2-й »	7290	7110	7222
3-й »	7134	7232	7340
4-й »	6880	6930	7022

Выделение угольной кислоты оказалось равномерным во всех трех трубках. После этого в первую прибавлено 200 г песку равномерной крупности (в среднем поперечник зерен около 0.25 мм), а во вторую — 200 г чистого каолина. Так как листва смочена водою в количестве $^1/_3$ ее влагоемкости, то и прибавляемые вещества смачивались до такой же степени насыщения их водою. В течение двух дней через трубки пропускался воздух, а затем начато определение угольной кислоты; при этом получено:

	I	II	III
	100 г органического вещества + + 200 г песку	100 г органического вещества + + 200 г каолина	100 г органического вещества
1-й день	7345	7211	7220
2-й »	7431	7114	6934
3-й »	8134	7837	7990
4-й »	7638	7700	7835
5-й »	7555	7433	7560

Как видно из этих цифр, разложение органических веществ от примеси песка и глины не изменилось заметно; можно,

пожалуй, считать, что от примеси песка разложение несколько усилилось, может быть потому, что масса вещества сделалась более проницаема для воздуха.

Исследование влияния других почвенных веществ на разложение веществ органических не представляло, в моих глазах, особенного интереса. Такое исследование было бы весьма важно, если бы вопрос о влиянии этих примесей к органическим веществам поставлен был иначе, т. е. если бы изучалось их влияние на жизнь низших организмов, производящих разложение. Для наших целей исследование потому еще оказывалось излишним, что, например, растворимые вещества (если бы их взять для опытов) находятся в черноземных почвах в количествах весьма незначительных и по содержанию их между черноземом из различных местностей не оказывается заметных различий. Поэтому исследованиями такого рода нам не пришлось бы воспользоваться дальше, когда мы перейдем к рассмотрению тех природных условий, под влиянием которых образовались черноземные почвы.



ГЛАВА III

РАЗЛОЖЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ДАННОЙ ПЛОЩАДИ ПОЧВЫ В ОПРЕДЕЛЕННОЕ ВРЕМЯ ПРИ РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ

Исследованиями, изложенными в предыдущих главах, мы не могли бы воспользоваться надлежащим образом без большого приближения к реальным условиям, при которых происходит накопление перегноя в почвах. Мы определяем прирост органического вещества при произрастании каких-либо растений всегда на определенной площади почвы; для сравнения с ним нам необходимы сведения и о разложении органических веществ на определенной площади. В настоящей главе приведены попытки определения этой последней величины.

Первое по времени исследование в этом направлении принадлежит Коренвиндеру,* который производил свои опыты следующим образом.[17] Земля, содержавшая органические вещества, помещалась в плоской чашке, поперечное сечение которой было равно 50 или 63.3 кв. см; слой почвы имел 8 см глубины. Чашка ставилась под колокол, через который пропускался воздух; отделяющаяся угольная кислота определялась обыкновенным способом. Опыты производились с тремя

---

* Ludersdorff's Annalen, Bd. 28, S. 424.

различными почвами, причем результаты получены следующие.

1. Глинистая почва, содержавшая 13.7% органических веществ (собственно потери от прокаливания) и 31.9% воды, с площади в 50 кв. см отделяла в сутки 0.05 г угольной кислоты.

2. Другая глинистая почва при тех же условиях давала 0.03—0.04 г CO_2.

3. Почва с 4.8% органических веществ и 12.5% влажности выделяла с поверхности 63.3 кв. см и при толщине слоя 8—9 дюймов 0.202 г угольной кислоты в сутки.

Полученные цифры перечислены Коренвиндером на гектар. Мы перечисляем их здесь и на десятину в фунтах.

В первом случае на 1 га выделилось угольной кислоты 200 кг, или на десятине — 262 фунта в сутки.

Во втором случае на 1 га средним числом — 70 кг, или на 1 десятине 185.8 фунта угольной кислоты в сутки.

В третьем случае на 1 га — 319 кг, или 847 фунтов угольной кислоты на десятину.

Умножая найденные количества угольной кислоты на 0.47, мы найдем, что на десятине разлагаются при условиях опытов приблизительно следующие количества перегноя:

В 1-м	случае	 113	фунтов	в	сутки
Во 2-м	»	 87	»	»	»
В 3-м	»	 398	»	»	»

Величины, очевидно, весьма значительные.

Другое исследование, хотя и произведенное с другими целями, но которым можно воспользоваться и нам, принадлежит Петерсу.* Исследование это не рассмотрено нами в главе о влиянии температуры на разложение органических веществ с тою целью, чтобы рассмотреть его здесь. При этом исследо-

* Ueber den Einfluss welchen eine höhere oder niedere Bodentemperatur auf den Verwitterungs und Verwesungsprocess in der Ackererde ausübt. Die Landwirtschaftliche Versuchsstationen, Bd. IV, 1862, S. 147.

вании площадь, на которой производились опыты, хотя и не была измерена, но сделано еще нечто более важное, именно непосредственным определением сравнен прирост органического вещества с разложением его, т. е. сделано то, что мы можем сделать только при помощи косвенных соображений, определивши разложение органических веществ на определенной площади при разных условиях.

«Производство опыта, — говорит Петерс, — осуществлено так: большое количество песчанистого суглинка было хорошо перемешано посредством просевания и перелопачивания с речным песком (обломки гнейса, слюдяного сланца, глинистого сланца, порфира, магнитного железняка и т. д.), и смесью наполнены два ящика, из которых в каждом помещалось около 25 кг земли. К оставшейся половине земли было прибавлено 10% влажного перегноя (истлевшее дерево из дуплистых буков и ив), и этою смесью также наполнены два ящика. Простая земля содержала только незначительное количество органических веществ (потеря от прокаливания =2.920%); прибавка буковой земли должна была повысить в ней содержание перегноя. Я выбрал для этого буковую землю, потому что все другие перегнойные вещества, которые можно получить в большом количестве, например, перегнившие древесные листья, торф, искусственно приготовленные перегнойные кислоты и т. д., вредят произрастанию растений вследствие их по большей части сильно кислой реакции. Буковая земля, напротив, совершенно нейтральная. . .». Ящики поставлены были на балкон лаборатории. Из них два оставались при обыкновенной температуре наружного воздуха; в других земля постоянно нагревалась при помощи особого приспособления, и термометры, находящиеся во всех ящиках, показывали, что в нагреваемых температура земли была на 8—10° С выше, чем в двух других. Во все ящики высеяна была смесь различных растений, так что земля густо заросла травою; растения поливались по мере надобности дистиллированною водою, и в таком виде опыт продолжался три месяца.

По окончании опыта растения были срезаны, и корни их насколько возможно тщательно отделены от земли. Собранная таким образом масса была анализирована. Анализирована была также земля до опыта и по окончании его. При этом было найдено:

	В земле до опыта		В земле после опыта			
			нагреваемой		не нагреваемой	
	без перегноя	с перегноем	без перегноя	с перегноем	без перегноя	с перегноем
	Граммы					
Перегноя	730.00	1231.00	440.00	760.00	579.75	1030.00
В нем углерода	380.50	664.25	224.50	385.24	310.75	564.00
Произошла потеря во время опыта углерода	—	—	150.00	279.01	69.75	100.25
Содержание углерода в надземных и подземных органах выросших растений	—	—	130.00	260.00	110.00	214.00

Из этого видно, что *во влажной земле при высокой температуре даже при незначительном содержании органических веществ почвы разложение последних может быть так сильно, что потеря органических веществ почвою при этом будет превышать прирост органической массы в растениях, произрастающих на той же площади почвы, если взять надземные и подземные части этих растений.*

При летней температуре той местности, где производился опыт (в Таранде), прирост органических веществ в растениях превосходил разложение их в почве и разложение составляло не более 50—60% прироста.

Здесь же можно было бы рассмотреть исследования германских лесохозяйственных станций относительно накопления в лесах так называемой лесной подстилки, потому что полученные при этом цифры дают возможность судить и о скорости разложения подстилки; мы, однако, оставим рассмотрение этого до одной из следующих глав.

Чтобы выяснить еще далее занимающий нас вопрос, я приведу здесь следующие опыты г. Нерода, произведенные для особенных целей.

Опыты произведены над двумя черноземными почвами, которые в одной из следующих глав (IX) будут приведены под № 3 и 98. Из них почва № 3 из Бобровского уезда Воронежской губ., а почва № 98 из Старобельского уезда Харьковской губ. В них содержится перегноя:

В почве	№ 3	10.022%
» »	№ 98	10.105%

Опыты производились следующим образом: почвы помещались в высокие стеклянные чашки с поперечным сечением 0.0090 и 0.0089 кв. м. Чашки ставились каждая под особый колпак, хорошо притертый к стеклянной пластинке, па которой стояли чашки, причем края колпака смазывались вазелином. В колпак входили две трубки: приводящая и отводящая воздух. Трубка, приводящая воздух, немного выше поверхности почвы имела горизонтально отогнутый конец, так что выходящий из нее воздух проходил над поверхностью почвы в виде ветра. Конец трубки, отводящей воздух, опускался ниже краев чашки с землею. Температура определялась термометрами, находившимися под колпаками. Воздух проходил сперва через едкое кали и затем через сосуд с водою, если почва была влажная. Угольная кислота поглощалась патристой известью. Почвы до опыта смачивались водою и стояли влажными несколько дней. Опыты дали следующие результаты.

16-й ряд опытов. Почвы в виде комочков. Слой почвы 16 см.

Температура	Угольная кислота (в десятых долях миллиграмма)	
	почва № 3, влажность 28.96%	почва № 98, влажность 29.35%
1) 17°. 1-й день	593	821
2-й »	415	575
3-й »	406	467
4-й »	414	460
5-й »	350	403
6-й »	497	468
7-й »	—	542
8-й »	—	489
9-й »	—	488
Среднее в сутки	446	523
2) 8°. 1-й день	218	213
2-й »	384	97
3-й »	147	119
4-й »	116	154
5-й »	205	—
Среднее в сутки	214	138
3) 25—27°. 1-й день	773	963
2-й »	729	716
3-й »	835	1057
4-й »	623	641
5-й »	682	679
6-й »	502	484
7-й »	716	706
8-й »	697	690
Среднее в сутки	694	742

Полученные цифры дают следующие средние количества угольной кислоты:

	Почва № 3		Почва № 98	
	с 1 кв. фута граммов	с 1 десятины фунтов	с 1 кв. фута граммов	с 1 десятины фунтов
При 17°	0.4604	132.1	0.5459	156.6
» 8°	0.2209	63.4	0.1440	41.3
» 25—27°	0.7164	205.6	0.7745	222.2

После этого обе почвы уплотнены по возможности, причем толщина их слоя уменьшилась ровно наполовину, т. е. вместо 16 см равнялась 8 см. В остальном опыт произведен так же. Так как при выемке почв и новой укладке их из них могла потеряться часть воды, то влажность их была снова определена.

17-й ряд опытов. Почвы в плотном состоянии. Значение цифр то же.

Температура	Почва № 3	Почва № 98
	влажность 24.64%	влажность 27.71%
1) 25—27°. 1-й день	429	688
2-й »	462	562
3-й »	507	533
4-й »	642	712
Среднее в сутки	510	624
2) 17°. 1-й день	279	249
2-й »	260	305
3-й »	292	312
4-й »	256	278
Среднее в сутки	272	286

Цифры эти при надлежащем перечислении дают следующие величины для выделяющейся угольной кислоты:

	Почва № 3		Почва № 98	
	на 1 кв. фут граммов	на 1 десятину фунтов	на 1 кв. фут граммов	на 1 десятину фунтов
При 25—27°	0.5624	151.1	0.6513	186.9
» 17°	0.2808	80.6	0.2985	85.7

После этого опыта почвы были растерты в мелкий порошок и насыпаны в чашки рыхло, причем слой оказался такой же величины, как и при комковатой структуре. Влажность в обеих почвах определялась снова и оказалась такою же, как при опытах 17-го ряда.

18-й ряд опытов. Почвы порошковатые. Значение цифр то же.

Температура	Почва № 3	Почва № 98
	влажность прежняя	
1) 17°. 1-й день	224	332
2-й »	270	348
3-й »	227	378
4-й »	163	272
Среднее в сутки	221	332
2) 27°. 1-й день	535	497
2-й »	533	438
Среднее в сутки	534	467

При перечислении находим следующие количества угольной кислоты:

	Почва № 3		Почва № 98	
	на 1 кв. фут граммов	на 1 десятину фунтов	на 1 кв. фут граммов	на 1 десятину фунтов
При 17°	0.2281	65.5	0.3465	99.4
» 27°	0.5512	158.2	0.4875	139.9

После этого почва уплотнена и затем разбита на куски, которые сверху были прикрыты тонким слоем сплошной коры из той же почвы. Влажность почвы осталась прежняя. Исследование дало следующие результаты:

19-й ряд опытов. Почвы с коркою на поверхности.

Температура	Почва № 3	Почва № 98
	корка в 1 мм толщиною	корка в 2 мм толщиною
17°. 1-й день	154	32
2-й »	190	34
3-й »	392	56
4-й »	—	66
5-й »	—	128
6-й »	—	93
Среднее в сутки	245	68

При перечислении этих цифр получается угольной кислоты:

Почва № 3		Почва № 98	
на 1 кв. фут граммов	на 1 десятину фунтов	на 1 кв. фут граммов	на 1 десятину фунтов
0.2519	72.6	0.0710	20.1

После взламывания корки обе почвы выделяли такие же количества угольной кислоты при 17°, как и в 16-м ряде опытов при той же температуре; следовательно, в них не произошло изменений, вследствие которых изменилась бы скорость разложения органических веществ.

Наконец, обе почвы высушены на воздухе, оставаясь в комковатом состоянии. В почве № 3 при этом осталось 11% воды, а в почве № 98 — 12%. При пропускании воздуха в течение 8 суток не замечено ни малейшего выделения угольной кислоты.

При всех только что описанных опытах употреблялись почвы, предварительно просеянные, т. е. содержащие органические вещества исключительно в аморфном виде, без примеси корешков и т. п., и вещества эти были равномерно распределены по всему слою почвы. В природе, однако, большое количество органических веществ разлагается на поверхности почвы, где условия для разложения гораздо благоприятнее, чем на некоторой глубине; главное условие, благоприятствующее разложению на поверхности, заключается в том, что разложение это почти не прекращается, потому что органические вещества могут на поверхности почвы смачиваться росою. Кроме того, разложение в таком случае происходит при полном доступе воздуха, а это, при других равных условиях, тоже способствует непрерывности разложения и отчасти быстроте его.

Для того чтобы исследовать быстроту разложения органических веществ на поверхности почвы, г. Нерода произвел

следующий опыт. На луговой песчаной почве подрезан был дерн: в одном случае до 3 см глубины и в другом — до 8 см. Чашки, употреблявшиеся для предыдущих опытов, наполнены были этою песчаною почвою, и на нее положены пласты дерна травою вниз. После этого определялась угольная кислота, отделяющаяся из почвы, как и в предыдущих опытах.

20-й ряд опытов. Перевернутый дерн. Значение цифр то же.

	Слой дерна	
	в 3 см	в 8 см
1-й день	1976	1811
2-й »	2078	1756
3-й »	3828	3081
4-й »	1750	1390
5-й »	1676	1294
6-й »	1528	1122
Среднее в сутки	2139	1742

Дерн после этого сверху высушен; тогда отделялось CO_2:

	Слой дерна	
	в 3 см	в 8 см
1-й день	844	772
2-й »	878	782
3-й »	922	784
Среднее в сутки	881	779

Дерн снова увлажнен с поверхности; отделялось CO_2:

	Слой дерна	
	в 3 см	в 8 см
1-й день	1242	952
2-й »	1208	898
3-й »	1246	930
4-й »	1468	1222
Среднее в сутки . . .	1291	1001

Средние цифры этой таблицы при перечислении дают следующие количества угольной кислоты в сутки:

Дерновый слой в 3 см		Дерновый слой в 8 см	
на 1 кв. фут граммов	на 1 десятину фунтов	на 1 кв. фут граммов	на 1 десятину фунтов
2.2084	634.7	1.8186	522.2
0.9092	261.1	0.8133	233.6
1.3323	358.2	1.0450	300.1

Следовательно, растительные остатки на поверхности почвы разлагаются с чрезвычайной быстротой.

Остановимся несколько на рассмотрении цифр; понятно, что при исследованиях такого рода нельзя рассчитывать на непосредственное применение их к действительности уже по тому одному, что прилагать их приходится к различным условиям. Поэтому всякие цифры подобных исследований дают обыкновенно понятие только о том, *в каких размерах могут происходить процессы в природе при некоторых условиях,* именно при тех, какие были во время опыта. В приложении

к другим условиям они допускают только приблизительные заключения. Несмотря на это, без таких исследований нельзя получить даже хотя грубых понятий о предмете; кроме того, вообще процессы, с которыми нам приходится иметь дело, могут рассматриваться только в крупных чертах, так как заключений точных у нас пока быть не может даже для весьма небольшого клочка земли; для этого потребовались бы многолетние наблюдения на данном месте, и притом наблюдения многосторонние и обширные. Ввиду всего этого полученные нами данные могут считаться вполне удовлетворительными только в качестве первого приближения к точному решению вопроса.

Выясним сперва, на основании полученных средних результатов, количество перегноя, которое может разложиться при условиях опытов на пространстве десятины.

	Разлагается перегноя в сутки на десятине (фунтов)	
I. Почвы комковатые (влажность 25—29%)		
	Почва № 3	Почва № 98
При 8°	29.8	19.4
» 17°	62.1	73.6
» 25—27°	96.6	104.4
II. Почвы плотные, при той же влажности		
При 17°	37.9	40.3
» 25—27°	71.0	87.9
III. Почвы порошковатые, при той же влажности		
При 17°	30.8	46.7
» 25—27°	74.4	65.8
IV. Почвы комковатые, с 11—12% влажности. Перегной не разлагается		
V. Слой перевернутого дерна		
Во влажном состоянии	298.3	245.4
Подсохший	122.7	109.8
Смоченный снова	168.4	141.0

Из этих цифр мы можем видеть, какие громадные количества органических веществ при благоприятных условиях разлагаются в почве и в особенности на ее поверхности. Следует указать на то, что наши цифры, по всей вероятности, ниже действительных, потому что при движении воздуха только над почвою некоторое количество угольной кислоты могло не выделиться из почвы. Кроме того, слой почвы был очень неглубок, так что количества угольной кислоты и по этой причине могли быть менее тех, какие выделяются из почвы при естественных условиях.

Если принять во внимание, что только самые северные части черноземной области имеют среднюю температуру от апреля до октября немного более 10° С, то на основании предыдущих цифр мы можем легко убедиться, что при достаточной влажности даже в таких местах количество разложенного в почве перегноя будет не менее 100—150 пудов в год, а это будет соответствовать урожаю травы около 150—200 пудов с десятины в год.

Органические вещества, находящиеся на поверхности почвы или близ нее, разлагаются в несравненно большем количестве; при средней температуре в течение 7 месяцев = 17° (а есть черноземные места, где средняя температура от апреля до октября включительно 20°) и при достаточной влажности количество разлагающейся органической массы может доходить до громадной цифры — около 1600 пудов перегноя в год на десятине:[18] количество, в несколько раз превышающее прирост растительной массы в природе, вне условий культуры.* Из почвы высохшей угольная кислота перестает выделяться, т. е. разложение органических веществ в них прекращается. Таким образом, оказывается, что разложение органических веществ или может в несколько раз превосходить прирост растительной массы, или может быть в несколько раз меньше

* Ниже мы увидим, что подобные же цифры получаются из опытов Дегерена, произведенных совсем иным путем.

этого прироста, смотря по температуре и влажности почвы. Понятно, что в тех случаях, когда разложение может превосходить прирост, никакого накопления органических веществ в почве не будет; мы сейчас увидим, однако, что и в тех случаях, когда разложение меньше прироста, накопление органических веществ почвы не может продолжаться бесконечно, но что, дойдя до известной степени, оно приостанавливается.

В первой главе мы видели, что разложение свежих органических остатков и разложение остатков, уже подвергавшихся гниению, происходит при одинаковых условиях, с одинаковой быстротою, т. е. из 100 частей сухого вещества в обоих случаях одинаковые количества твердых веществ превращаются в летучие продукты гниения (в CO_2, NH_3 и H_2O), так что количества вещества, сгнивающего в каждый отдельный период гниения, из одной массы, в которой ничего не прибавляется извне, представляют убывающую геометрическую прогрессию. Предположим, на основании фактов, приведенных в первой главе, что это справедливо для долгих периодов времени, и посмотрим, каким образом при этом условии будет происходить накопление органических веществ в почве. Представим себе, что ежегодный прирост на данной площади равен A и что разложение происходит с такой быстротой, что ежегодно из запаса органических веществ разлагается половина. Тогда количество органических веществ к концу осени, когда и гниение и прирост прекращаются, представит в разные годы следующие величины:

К концу осени первого года A
» » » второго » $A + A\,(0.5)$,

потому что разлагаться будут только мертвые части прошлогоднего прироста, а количество нарастающих веществ будет вновь такое же.

К концу осени третьего года $A + A\,(0.5) + A\,(0.5)^2$ и т. д.
» » » $(n+1)$-го » $A + A\,(0.5) + A\,(0.5)^2 + \dots A\,(0.5)^n$.

Очевидно, что запас органических веществ на данной площади возрастает, но вследствие этого возрастает и количество ежегодно разлагающихся органических веществ. Прирост прекратится тогда, когда количество разлагающихся веществ сравнится с годовым приростом A, т. е. когда:

$$0.5\,A + (0.5)^2 A + \dots (0.5)^{n-1} A = A.$$

Определяя отсюда n, получим для него величину бесконечно большую; но если определим величину суммы первой части уравнения для $n = 10$, то увидим, что сумма эта очень мало отличается от величины A, именно она будет равна:

$$A - \frac{A}{1024}.$$

Если положить, что ежегодный прирост на десятине равен 200 пудам, то при предыдущем условии через 10 лет разница между приростом и запасом будет не более 0.2 пуда, или 8 фунтов; через 20 лет разлагающаяся масса будет равна:

$$A - \frac{A}{1\,048\,576},$$

т. е. разница между нею и приростом в 200 пудов будет всего 0.008 фунта.

Предположим теперь, что разложение происходит слабо и составляет только 0.01 существующего запаса органических веществ. В таком случае в почве, не содержащей органических веществ, накопление, начиная с первого года, будет происходить так:

К	концу	1-й	осени	A
»	»	2-й	»	$A + 0.99\,A$
»	»	3-й	»	$A + 0.99\,A + (0.99)^2 A$
»	»	$(n+1)$-й	»	$A + 0.99\,A + \dots (0.99)^n A.$

При таком условии разница между приростом и разложением будет

Через	100 лет	$0.366\,A$
»	1000 »	$0.00004\,A$

или через 1000 только лет разница между приростом и разложением для наших средств наблюдения будет незаметна; срок этот, по сравнению с геологическими периодами, является совершенно незначительным, и, следовательно, можно думать, что вообще (при условиях, нами допущенных) накопление органических веществ в почве заканчивается довольно скоро, после чего количество их в почве должно оставаться приблизительно постоянным.

На основании предыдущих соображений можно определить (с тем, конечно, грубым приближением, какое в подобных случаях возможно) возраст чернозема, принимая прирост на нем органической массы величиной определенной. Предположим черноземную почву с содержанием 10% перегноя на глубине одного фута, причем дальше сразу идет слой без органических веществ.* В таком случае в каждой почве находилось бы органических веществ, если принять вес кубической сажени почвы равным 1000 пудам, на пространстве одной десятины около 34 000 пудов. Принимая на такой почве средний прирост органической массы в одном случае равным 100, а в другом — 25 пудам, мы легко найдем, что если прирост органических веществ в ней остановился и разлагается столько вещества, сколько его прирастает, то и разложение равно 100 и 25 пудам, т. е. разлагается $^1/_{340}$ и $^1/_{1360}$ часть запаса органических веществ.

На основании этого можно вычислить, какое число лет понадобилось бы для того, чтобы разложение органической массы было меньше прироста на величину не более одного пуда; при этом для простоты вычисления возьмем вместо предыдущих дробей близкие к ним 0.003 и 0.0007. Вычисления

* Так как в данном случае все дело состоит в том, чтобы определить весовую массу органических веществ в почве, то и взят такой ненормальный случай. Результат вышел бы тот же, если бы мы почву разделили на несколько слоев, вычислили содержание органических веществ в каждом и взяли бы сумму полученных веществ.

эти для первого случая дают цифру 25 000 лет, для второго — 11 400 лет.

Такое определение возраста чернозема, как мы сказали, может быть только грубо приблизительным, но другого, как мы думаем, в подобных случаях и ожидать невозможно, если речь идет о геологическом образовании. Во всяком случае следует сказать, что в наших расчетах многие величины совершенно точны: в среднем выводе за многие годы урожайность почвы есть величина довольно постоянная; температура и влажность почвы в среднем выводе должны быть столь же постоянны, как многолетние метеорологические средние.[19]

Единственное гипотетическое допущение состоит в том, что мы принимаем одинаковую способность к разложению у перегноя и давнего и недавнего происхождения. Справедливость этого доказана пока для коротких периодов времени. Но я думаю на основании сказанного в первой главе, что и для периодов времени значительных она весьма вероятна; если это окажется справедливым, то мы получим новое доказательство в пользу того, что чернозем не представляет образования древнего, так как даже при наиболее неблагоприятных условиях предыдущие вычисления дают для его образования сравнительно незначительное число лет.

Если даже не придавать особенного значения этим вычислениям для определения древности чернозема, то все же они дают нам возможность сделать следующее весьма важное, по моему мнению, заключение: *количество накопляющихся в почве органических веществ* (или *богатство ее перегноем*) *определяется не абсолютной величиной прироста и не абсолютной величиной разложения их, а тем, какая в среднем выводе часть из всего запаса органических веществ в почве на данной площади может быть разложена в течение года.*

Положение это, как я думаю, может в значительной степени разъяснить наши понятия о процессе обогащения почв перегноем. Не признавая этого положения, мы всегда будем склонны думать, что для накопления в почве органических

веществ необходимо особенное плодородие почвы; на самом деле, обогащение почвы перегноем может происходить и при незначительных урожаях растений.[20]

В самом деле, если мы представим себе, что на десятине может прирастать 1000 пудов органической массы, но если из запаса органических веществ почвы может разлагаться до 0.9 его, то уже через 4 года прирост органических веществ почти прекратится, и мы будем иметь запас их на десятине не больше 1200 пудов, т. е. почва совсем не обогатится органическими веществами.

Если из запаса органических веществ может разлагаться около 0.5, то, как мы видели, накопление почти прекращается уже через 20 лет, и количество накопившегося органического вещества не может превзойти удвоенный ежегодный прирост, т. е. почва не обогатится органическими веществами. Одним словом, накопление может происходить только в тех случаях, когда из накопившегося запаса органических веществ может разлагаться небольшая часть; если, например, из всех органических веществ может разлагаться только 0.001, то очевидно, что запас может быть в тысячу раз более прироста, и тогда, даже при ежегодном приросте в 25 пудов на десятину, количество органических веществ в почве может дойти до 25 000 пудов на том же пространстве, т. е. почва будет богата органическими веществами. Следовательно, предел накопления обусловливается не тем, сколько органических веществ прирастает ежегодно, а тем, что образовавшиеся органические вещества помещаются в почве так, что из них может разлагаться только незначительная часть.

Исследования, рассмотренные в настоящей главе, позволяют, кроме того, определить влияние культуры земель на накопление в них органических веществ. Но вопрос об этом по связи его с другими, которыми нам придется заниматься впоследствии, мы отложим до одной из следующих глав.



ГЛАВА IV

ПРИЧИНЫ РАЗЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ; ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ПРИ ГНИЕНИИ

В настоящее время можно считать общепризнанным положение, по которому разложение более сложных органических веществ, растительных и животных, в природе происходит под влиянием низших растений, поселяющихся на этих веществах. Прежнее разделение этих процессов на тление и гниение не может быть удерживаемо теперь, так как то и другое представляет, в сущности, совокупность неизвестных нам процессов брожения, или неизвестное сочетание этих процессов, если даже мы и знаем, с какими видами брожения мы имеем дело. Во всех случаях, когда мы знаем разлагающийся организм и когда продукты разложения нам хотя отчасти известны, мы называем процесс брожением, прибавляя к этому название главнейшего продукта брожения (спиртовое, маслянокислое и т. п.), и при этом ничем не отмечаем в названии разницы в том, происходит ли брожение при доступе воздуха или без него.[21]

Поэтому при дальнейшем изложении, говоря о разложении органических веществ, мы будем пользоваться одним термином *гниение*, разумея под этим неизвестную нам совокупность известных или неизвестных процессов разложения, подобных брожению.

Если в настоящее время все согласны в том, что низшие организмы есть бесспорно причина процессов брожения, то разногласие во мнениях по этому предмету тем не менее существует, так как одни ученые признают, что разлагающее действие производится непосредственно протоплазмой низших организмов, другие же полагают, что организм вырабатывает особое вещество — фермент, которое своим действием, сущность которого нам остается пока неизвестной, обусловливает распадение сложных веществ; для некоторых случаев существование таких ферментов строго доказано. Далее мы увидим, что существование ферментов весьма вероятно и при процессах гниения растительных остатков.

В почве и в воздухе мы, как известно, можем найти, в виде вегетативных стадий развития или в виде спор, разнообразнейшие низшие организмы в огромном количестве. Поэтому понятно, что, поставивши растительные остатки (или вообще растительные и животные органические вещества) в условия, благоприятные для разложения, мы замечаем в них тотчас же внешние изменения, указывающие на начало разложения, и при микроскопическом исследовании нетрудно убедиться, что на разлагающемся веществе поселяется масса разнообразнейших организмов. Растительные остатки при этом мало-помалу темнеют, получая все более и более темный, бурый, наконец, почти черный цвет; вместе с тем происходят изменения в их строении; все ткани из нежных тонкостенных клеток мало-помалу разрушаются, и остаются только толстостенные волокна: в листьях, например, исчезает мякоть, и мы получаем нежную сетку листовых жилок с полными просветами между ними; стебли начинают распадаться на продольные волокна, соответственно числу отдельных пучков из толстостенных удлиненных клеток, и т. д.

В разных случаях гниение начинается, как я мог заметить, неодинаково; иногда на гниющем материале поселяются прежде всего бактерии, и растительные остатки тогда покрываются сверху слизью; иногда же появляются раньше грибы,

и в таких случаях гниющее вещество, повидимому, никогда не делается слизистым с поверхности. Надо заметить, что если я говорю про появление сперва одних, а не других организмов, то разумею при этом только то, что данные организмы являются преобладающими; вместе с большим количеством бактерий всегда есть и грибы, точно так же как и между большим количеством грибов есть всегда бактерии.[22] Кроме того, почти постоянно можно наблюдать, что различные части одного и того же гниющего материала разлагаются различно; в одной части размножается один организм, рядом с ним совсем другой, и т. д. Такое явление совершенно понятно, если гниют твердые вещества, смоченные незначительным (сравнительно) количеством воды; в этом случае, в противоположность тому, что мы замечаем в жидкостях, организмы не могут свободно переходить с одного места на другое, и их распространение по гниющему веществу обусловливается только их разрастанием. Если дать гниющему веществу просохнуть, то споры бактерий и грибов, опадая с одних частей гниющего материала на другие, распространяются, наконец, повсюду, и после этого, как кажется, разные виды разложения последовательно сменяются соответственно изменению в свойствах разлагающегося вещества. Я заключаю это из того, что некоторые организмы, поселившись на органическом веществе и проживши на нем некоторое время, не появляются потом вторично. Так, в некоторых случаях на гниющей листве и луговой траве вырастают крупные шляпочные грибы (большею частью не очень долго спустя после начала разложения). Но потом мне ни разу не случалось замечать их вторичного появления. Некоторые грибы, напротив, появляются только в более поздние периоды разложения — через год или около этого. Наконец, на черноземе, если его держать влажным, появляются только плесневые грибы.*

---

* Их особенно много появляется на поверхности почвы, над которой постоянно движется влажный воздух; почва делается тогда очень скоро

То же самое можно заметить по запаху гниющего материала: иногда преобладает известный грибной запах (подобный запаху белого гриба), в другой стадии разложения тот же материал издает резкий, несколько пронзительный запах, замечаемый в сырых погребах и подвалах, иногда запах бывает отчасти кисловат, и т. д.

Я предполагал сперва исследовать по возможности действие всех низших организмов, найденных мною в почвах, определивши хотя в общих чертах роль каждого из них; но первые же попытки такого рода показали мне, что работа эта бесконечно обширна, и я ограничился поэтому только наблюдениями над изменением внешнего вида разлагающегося вещества. Исследования производились во всех случаях приблизительно одинаково.

Опыты над свежими растительными веществами

Из таких веществ мною исследовались только мясистые корни репы, моркови и белые листья капусты. Для опытов над ними приготовлялись небольшие стерилизованные колбочки, заткнутые пыжом из ваты. В колбочки наливалось незначительное количество стерилизованной воды, и затем материал для разложения вносился следующим образом.

Листья капусты выбраны были мною потому, что в плотном кочне нельзя ожидать нахождения низших организмов во внутренних частях, если только растение здорово. Поэтому, снявши несколько слоев верхних листьев, можно иметь массу листьев, свободную от бактерий и грибов; чтобы внести листья в колбочку, я пробуравливал кочан прокаленным широким сверлом (обыкновенно употребляемым для пробуравливания пробок) и выталкивал забранные в сверло круглые отрезки листьев прокаленным стержнем. При таком приеме листья

почти белой от разрастающейся плесени, вертикально стоящие ветки которой колеблются движущимся воздухом.

отлично предохранялись от пыли; заготовивши сразу большое количество колбочек и сверл, можно было одновременно приготовить много материала для опытов.

Куски мясистых корней вырезывались и помещались в колбочку таким же образом, но только сперва корни тщательно обмывались, от них отрезалась часть стерилизованным ножом и сверло погружалось в свежий разрез. Заготовленные таким образом вещества самопроизвольно не подвергаются разложению, и только в немногие колбочки попадают бактерии или (чаще) плесень; такие колбочки для опытов не употреблялись.

Опыты над растительными веществами, подвергавшимися действию высокой температуры

Некоторые растительные вещества не могут быть освобождены от живых зародышей низших организмов при обыкновенной температуре, и их приходится стерилизовать действием высокой температуры. Из таких веществ испытаны мною по преимуществу зерна различных растений: пшеницы, гороха, бобов, кукурузы, гречихи; таким же способом стерилизованы березовые опилки; обыкновенно я употреблял или многократное кипячение, или оставлял колбочки (предварительно стерилизованные отдельно) с этими веществами, смоченными некоторым количеством воды, на водяной бане день и ночь. Таким образом, они попеременно нагревались и охлаждались, и недели времени оказывалось всегда достаточно для полного стерилизования их.

При этих исследованиях главное внимание мое было обращено на следующий вопрос: так как разложение органических веществ происходит под влиянием низших организмов и так как в почве разлагающееся вещество скоро становится темным, т. е. превращается в перегной, то какими именно организмами обусловливается это образование перегноя? Определивши это, можно было надеяться хотя приблизительно проследить и

химические изменения растительных веществ при их превращении в перегной.

Прежде всего я обратил в этом отношении внимание на бактерии. Получая чистые культуры их из черноземных почв по способу Коха, я проделал несколько рядов опытов над всеми упомянутыми выше веществами. Число отдельных колбочек, употребленных для этого, дошло с течением времени до 150, но все мои опыты были неудачны: все бактерии, полученные из почвы, давали в чистых культурах бесцветные твердые продукты разложения или же продукты, окрашенные в яркие цвета (желтый, красный),* но никогда не получалось и светло-бурой массы, не говоря уже о еще большем потемнении субстрата.

Получая постоянно такие результаты, я пришел к предположению, что, может быть, бактерии, находящиеся в почве, не могут образовать темных продуктов разложения в том только случае, если они действуют на субстрат несовместно. Тогда я снова заготовил ряд культур на желатине, но при этом не отделял уже одних бактерий от других, а отделял только грибы от бактерий и затем вносил в колбочки разные бактерии одновременно. Точно так же я смешивал по нескольку бактерий из чистых культур и затем смешивал между собою разные смеси бактерий. Результат всегда получался тот же, т. е. темных продуктов разложения не было получено ни в одном случае. Произведя многочисленные исследования и в этом направлении, я, наконец, потерял всякую надежду получить таким путем перегнойные вещества.

После этого я остановился на новом предположении: в каждой почве находятся бактерии, живущие без доступа воздуха. Достаточно внести в колбу с узким горлом, наполненную жидкостью до верха, самое незначительное количество почвы, чтобы в колбе началось брожение с отделением газов. Поэтому

* Бактерий, производящих в субстрате синюю и зеленую окраску, я не имел.

я исследовал, не образуются ли перегнойные вещества при жизни бактерий без доступа воздуха. Для этого мною произведен ряд культур без доступа воздуха, причем я поступал следующим образом.

Небольшие колбочки с растительными веществами разного рода наполнялись почти до верха водою и затыкались каучуковыми пробками, в которые вставлены были по две трубки, внутри колбы оканчивающиеся у самой пробки. Снаружи одна была прямая и короткая; на нее надевался небольшой кусок каучуковой трубки. Другая трубка была длинная, отогнута вниз, и внизу на нее тоже надевался небольшой конец каучуковой трубки. Длинный конец трубки опускался в другую, большую колбу, в которой была вода и горло которой затыкалось ватой. После этого содержимое внутри маленькой трубки подвергалось кипячению, причем пары выходили сперва через короткую трубку вверх. Затем каучуковая трубка здесь зажималась, и тогда пары шли через длинную трубку в большую колбу, где вода была тоже доведена до кипения. После продолжительного кипячения лампа отнималась и колбы охлаждались, причем меньшая совершенно наполнялась водой. На другой день колбы снова нагревались; пары из меньшей колбы шли в большую; затем открывалась каучуковая трубка сверху и пары устремлялись сюда; через некоторое время трубка здесь зажималась и пары снова шли в большую колбу; наконец, опять все охлаждалось. Такая операция повторялась три-четыре раза. Оставивши потом колбы, мы не заметим в них ни малейших признаков какого-либо брожения.

Когда таким образом колбочки подготовлены, я вынимал длинные трубки из большой колбы и зажимал здесь каучуковую трубку. Через другую короткую трубку сверху вводилась в колбочку почва таким образом: прокаленная платиновая проволока обмакивалась в стерилизованную воду, затем в почву и, наконец, вводилась через трубочку в колбу. Приставшая к проволоке земля тотчас же опускалась на дно колбочки. После этого короткая трубка запаивалась, с длинной

трубки снимался каучук, и трубка опускалась концом под ртуть. Семнадцать удачно произведенных опытов этого рода дали все без исключения отрицательный результат, т. е. окрашенных в темный цвет продуктов разложения не получалось.

Я не удовлетворился, однако, и этими исследованиями. Дело в том, что если производить культуры бактерий в нейтральных или щелочных жидкостях и других субстратах, то через некоторое время субстрат делается кислым и развитие бактерий, а следовательно, и разложение органического вещества прекращаются. Может быть, малая продолжительность процесса разложения служит в некоторых случаях причиною того, что не появляется перегнойных веществ при действии бактерий. Поэтому я приготовил стерилизованные субстраты с большим избытком углекислой извести и трехкальциевой фосфорной соли. В этих случаях разложение было продолжительнее, но конечный результат его по отношению к образованию перегнойных веществ оставался отрицательным, т. е. темного окрашивания не замечалось как при культурах без доступа воздуха, так и при нем.*

Таким образом, все опыты над бактериями, стоившие мне очень большого труда и занявшие много времени, дали при всевозможных комбинациях, какие я только мог придумать, отрицательный результат. В культурах с одними бактериями никогда не получалось темного окрашивания субстрата.

---

* Культуры без доступа воздуха требуют при этом особой предосторожности: бактерии, развиваясь в массе порошка углекислой или фосфорнокислой извести, пронизывают его нитями и образуют плотный войлок. Выделяющиеся из него газы поднимают его кверху, даже отчасти в горло колбы; он закупоривает ее так плотно, что не пропускает газов из нижних частей жидкости. Колбы тогда неизбежно лопаются. Я устранял это, втыкая в пробку вместе с одной из трубок проволоку, на конце закругленную в спираль; проволока опускалась ниже горла колбы и удерживала здесь порошок с нитями бактерий, образующий обыкновенно сплошную массу, дрожащую, как студень. Встряхивание колбочек освобождает из порошка газы и тоже помогает сохранению культур.

Из описанных выше культур не все, однако, были удачны: в некоторых случаях вместе с бактериями попадали в колбочки грибные споры, из которых потом развивался мицелий. Первая же неудачная культура такого рода сопровождалась замечательно удачным результатом в том отношении, что растительная масса вокруг мицелия окрасилась в темнобурый, почти черный цвет, и результат этот потом правильно повторялся при большинстве опытов. Бывали случаи, когда разрастание гриба не сопровождалось окрашиванием субстрата, но не было никогда такого случая, чтобы при темном окрашивании субстрата не было грибных нитей.

К сожалению, другие исследования заняли у меня столько времени, что я не мог остановиться на рассмотрении роли грибов в этом деле с такой подробностью, как было бы желательно; хотя во многих случаях, когда грибные споры попадали на разные части субстрата, темное окрашивание начиналось сразу в нескольких центрах, так что в действии грибов сомневаться не было возможности, но я не мог сделать ничего, что необходимо для определения тех видов грибов, которые могут производить * темное окрашивание разлагающихся веществ; точно так же до другого времени пришлось оставить и те исследования, какие необходимы для более точного выяснения действия грибов в подобных случаях.

Несмотря на то, что исследования мои по этому вопросу пока не окончены, я полагаю, что на основании их с большой вероятностью можно заключить, что при образовании темноцветных продуктов разложения растительных веществ главная и, может быть, исключительная роль принадлежит грибам[23] и что бактерии едва ли в этом участвуют.**

---

* Достоверно только, что дрожжевые грибы не могут окрашивать субстрат в темный цвет.

** Я не мог пока решить, необходимы ли бактерии хотя для предварительной подготовки субстрата, или и без них грибы могут образовать темные продукты разложения. Последнее мне кажется более вероятным.

Заключение это находит себе весьма сильное подтверждение при так называемом силосовании кормовых веществ. При нем, как известно, свежие растительные продукты подвергаются сильному сжатию и уединяются от доступа воздуха. В массе происходит тогда брожение под влиянием бактерий, главным образом под влиянием молочнокислой бактерии. Кроме нее, как я убедился исследованием силосованной массы из ям, которые вскрывались при мне и из которых материал для исследования был взят мною с надлежащими предосторожностями, в корме можно найти и других бактерий; никогда, однако, нельзя найти признаков грибных нитей. Масса корма всегда сохраняет бледнозеленоватый цвет и не делается бурою. Только в наружных частях корма разрастаются грибы, но вместе с тем эти части получают обыкновенно темный цвет.

Вообще низшие грибы, как это указано исследованиями некоторых ученых и в особенности Негели,* играют весьма важную роль при разложении органических остатков разного рода.[24] Там, где не могут развиваться грибы и разложение производится одними бактериями, разложение органического вещества, дошедши до известной стадии, останавливается вследствие образования продуктов, неблагоприятных для бактерий. Это мы видим в большом виде в силосах, в еще большем размере при образовании торфа и т. п. Присутствием грибов в значительной степени объясняется и влияние кислорода на разложение органического вещества: прекративши доступ воздуха к разлагающемуся веществу, мы прекращаем развитие грибов и, следовательно, сразу устраняем действие целого класса разлагающихся организмов, и разложение хотя и не останавливается сперва, но происходит гораздо медленнее в течение некоторого времени, а затем, может быть, и окончательно прекращается. К сожалению, по этому предмету, сколько мне известно, нет точных опытов.

* Untersuchungen über niedere Pilze. Ernährung der niederen Pilze. Также в его книге: Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infectionskrankheiten.

Необходимо заметить, что разложение органических веществ может происходить и без непосредственного участия низших организмов; доказательства в пользу этого положения накопляются в последнее время все в большем и большем количестве.

В первый раз факты, указывающие с большой вероятностью на возможность разложения органических веществ почвы без участия низших организмов, получены были Вольни.*

Пропуская через почву, богатую органическими веществами и влажную, воздух, в одном случае насыщенный парами хлороформа, в другом только чистый, этот ученый получил следующие результаты:

	В 1000 объемов воздуха содержалось объемов угольной кислоты	
	без хлороформа	с хлороформом
1-й день	26.69	18.74
2-й »	37.98	24.85
3-й »	41.38	17.36
4-й »	37.50	11.29
5-й »	39.61	14.23
6-й »	41.55	17.12
7-й »	41.88	14.41

«От применения хлороформа, — говорит Вольни, — как ясно видно из этих чисел, образование угольной кислоты в почве было в очень значительной степени понижено, и так как это действие может основываться только на умерщвлении организмов, принимающих участие при разложении органических веществ почвы, то из предыдущих результатов опыта может быть выведено заключение, что угольная кислота в почве образуется при содействии низших организмов.

«При этом, однако, следует обратить внимание на то, что образование угольной кислоты не было совершенно прекращено парами хлороформа. Это явление можно объяснить двояким образом: или деятельность организмов не вполне была

* Die Landwirtschaftliche Versuchsstationen. Bd. XXV, S. 390.

прекращена хлороформом, или вместе с этим происходило распадение органических веществ без содействия ферментов. Я не решаюсь высказать в этом отношении определенное мнение, потому что оно не было бы достаточно оправдано существующими до сих пор результатами».

Впоследствии факты такого же рода получены были во Франции Дегереном [25] и Гайоном.*

Дегерен, исследовавши подробно разложение хлевного навоза, нашел, что от прибавки к нему хлороформа образование в нем угольной кислоты хотя сильно уменьшается, но не прекращается, и заключил из этого, что, кроме разложения под влиянием организмов, в разлагающемся веществе происходит вместе с тем и чисто химический процесс распадения органических соединений. Дегерен старался подтвердить это заключение особенными опытами, которые, однако, не могут считаться вполне доказательными, и потому я опускаю здесь описание их.

Опыты Гайона по отношению к распадению органических соединений не описаны, но сказано только, что он при своих исследованиях пришел к тем же результатам, как и Дегерен.

Я полагаю, что заключение названных выше ученых относительно возможности разложения органических веществ без содействия низших организмов могут быть подтверждены двумя опытами, из которых первый произведен г. Белленом, второй мною. Опыты эти описаны в главе I (см. 11-й ряд опытов). Они, однако, могли бы вызвать возражения такого рода, что разложение, наблюдавшееся при них, происходило при высокой температуре и при постоянном токе насыщенного парами воздуха. Может быть, при понижении температуры после этого разложение прекратилось бы. Чтобы определить, происходит ли разложение без организмов и при обыкновенной температуре, я организовал следующий опыт.

---

* Dehérain. Annales agronomiques. T. X, p. 385. — Gayon, Journal de l'agriculture, № 781 p. 507.

В колбу (около 500 куб. см) помещены неизмельченные березовые листья, высушенные на воздухе (потом смоченные в самой колбе), и через них пропускался воздух, лишенный низших организмов. Это достигалось следующим образом.

В колбу *A* (рис. 1), около литра величиною, наливалась вода; колба закупоривалась пробкой с двумя стеклянными трубками *a* и *б*, проходящими через нее. Одна из трубок закрывалась зажатой каучуковой трубкой; на другую надевалась длинная каучуковая трубка, и в колбе вода подвергалась кипячению. Пары выходили через длинную каучуковую трубку. Когда кипение продолжалось около часа, длинная

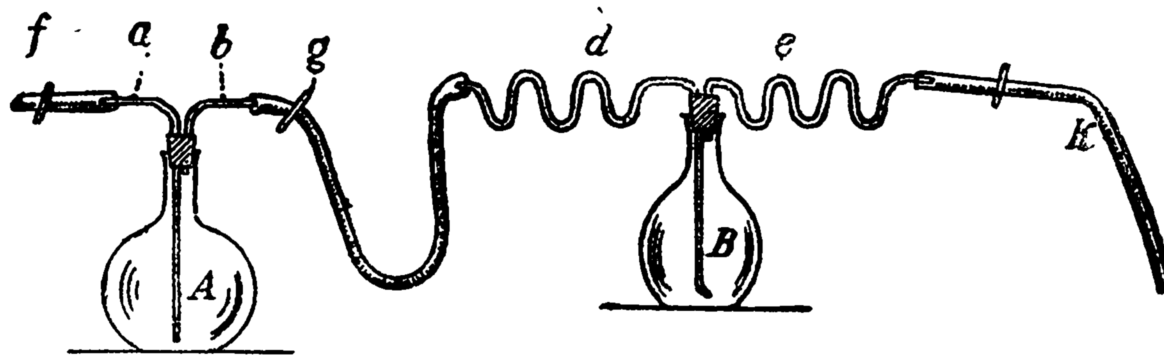


Рис. 1.

каучуковая трубка соединялась с другою колбою *B*, которая служила приемником для собирания перегоняющейся воды. Из длинной каучуковой трубки во вторую колбу пары проходили через стеклянную трубку *d*, изогнутую зигзагообразно и доходящую до дна второй колбы. Несгущающиеся во второй колбе пары выходили из нее через трубку *e*, оканчивающуюся внутри колбы у самой пробки, а вне колбы точно так же изогнутую зигзагообразно. Продолжая несколько времени кипячение, я затем прекращал его, зажимал выводящую трубку второй колбы зажимом и открывал вводящую трубку первой, отпуская зажим *f*.

Воздух входил в обе колбы через эту последнюю трубку. При таких условиях во вторую колбу не могли попадать зародыши низших организмов.

Когда такая операция повторена была четыре раза, то во время последнего кипения воды в колбе *A*, я, отставивши из-под

нее лампу, перехватил в тот же момент трубку впереди зажима *g*. После этого трубка эта перерезана и тотчас же быстро соединена с V-образной трубкой, набитой стерилизованной ватой, причем узкий конец V-образной трубки предварительно хорошо прогрет на лампе. После этого воздух в колбу *B* мог проходить только через трубку с ватой и, следовательно, не содержал организмов. Если бы они были, то остались бы на влажных стенках зигзагообразной трубки *d*. После этого вода в колбе *B* прокипячена, и во время кипячения каучуковая трубка *K* соединена с колбой, содержащей березовые листья; во время этой операции сквозь V-образную трубку и колбу *B* проходил воздух из газометра, стоявшего несколько дней с водой на дне, чтобы организмы могли по большей части осесть и воздух бы не содержал их. Воздух проходил сперва через трубку с кусками едкого кали, а потом уже через V-образную трубку и т. д.

Наконец, не прерывая тока воздуха, я перерезал трубку *K*, обмывши ее сперва раствором сулемы, и вставил между колбой *B* и разлагающимся веществом колбочку с раствором пептона в бульоне, весьма благоприятном для развития низших организмов. Во все время опыта в этой колбочке не замечено ни малейших следов развития низших организмов, и, следовательно, из колбы *B* они не проходили к разлагающемуся веществу.

Сперва опыты начаты при обыкновенной температуре. Колба с листьями стояла уже несколько дней, и можно было полагать, что разложение в ней дошло до надлежащих размеров. При этом получено:

	CO_2 (в десятых долях миллиграмма)
1-й день	473
2-й »	536
3-й »	324

После этого колба с веществом, колба с пентоном и колба *B* поставлены в водяную баню, где стояли день и ночь. Днем температура листьев доходила до 90—95° (для этого колба

с листьями погружалась в баню на короткое время), обыкновенно же была около 70—75°. Ночью до утра все охлаждалось. Все оставлено на бане в течение 6 дней, причем количества угольной кислоты были следующие:

4-й день	4345
5-й »	3483
6-й »	5130
7-й »	3540
8-й »	3870
9-й »	4200

По исследованиям Тиндаля,* Коха ** и Хюппе *** (я сам многократно убеждался в этом при других исследованиях), органические вещества стерилизуются наверное при указанных условиях.

Все колбы затем сняты с водяной бани и оставлены при обыкновенной температуре. При этом листья выделяли следующие количества угольной кислоты:

10-й день	732
11-й »	145
12-й »	201
13-й »	173
14-й »	187
15-й »	169

Выделение угольной кислоты, следовательно, не было прекращено и в настоящем случае могло происходить только вследствие химических процессов.****

* Гниенис и зараза и т. д.

** Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. I.

*** Ibid. Bd. II.

**** К сожалению, я сделал по окончании опыта непростительное упущение, не исследовавши того, содержались ли в листве способные к развитию зародыши низших организмов. Этим заключение в тексте, в высокой степени, по моему мнению, вероятное, лишено было доказательства, которое могло бы возвести его на степень достоверности. Хлопотливость опыта и большое количество других исследований не дали мне возможности повторить опыт.

Во всяком случае, однако, если разложение органических веществ в почвах и может происходить без участия низших организмов, то процесс этот, как видно из всех исследований, происходит весьма медленно и никак не может равняться по быстроте с разложением под влиянием организмов.

При всех до сих пор описанных процессах разложения, даже и в тех случаях, когда разложение происходило довольно долго при благоприятных условиях (у меня разложение сена и листвы продолжалось четыре года), разлагающееся вещество настолько сохраняет строение, что без особенных затруднений можно определить (приблизительно, конечно), какие растения разлагаются. Сосудисто-волокнистые пучки сохраняются особенно хорошо. Совсем иное бывает в тех случаях, когда на разлагающемся веществе поселяются мелкие животные. В этом случае растительные вещества в течение очень короткого времени могут быть превращены в аморфную массу, имеющую вид темного порошка и по внешнему виду совершенно сходную с черноземом. Иллюзия до такой степени бывает полна, что не сразу можно поверить, чтобы такая масса состояла почти исключительно из органических веществ.

В этом отношении деятельность дождевых червей достаточно известна из исследований Дарвина; но несомненно, что не одни дождевые черви играют роль при изменении органических веществ. Я имел случай наблюдать измельчение растительных разлагающихся веществ и другими животными.

При описанных в главе I опытах г. Беллена, для которых сено, березовые листья и еловая хвоя разлагались предварительно в больших плоских чашках, однажды замечено было, что в чашке, содержащей до 150 г вещества, листья превратились в однообразный черный порошок, в котором было множество маленьких мух, принадлежащих (как оказалось по определению г. Порчинского) к роду Sciara. В других чашках, где мух не было, листья сохранили свое строение. Так как было очевидно, что измельчение листьев произведено мухами, то небольшое число их пересажено было в другую

чашку с неизмельченными листьями, которые вскоре превратились тоже в однообразный черный порошок. Превращение это совершается чрезвычайно быстро, так что на первый взгляд трудно поверить, чтобы такие мелкие насекомые могли в короткий срок измельчать такие значительные количества растительных остатков (150 г вещества измельчены были в месяц с небольшим).

Кроме них, впоследствии, обративши внимание на этот предмет, я заметил такую же способность у других мелких животных, например у Julus (из многоножек).

Наблюдения над черноземом, как это уже заметил г. Докучаев, не подтверждают, в некоторых отношениях, заключений Дарвина относительно переработки всего почвенного слоя дождевыми червями. В особенности дождевые черви и другие животные оказывают мало влияния на распределение органических веществ в разных слоях почвы: если бы дождевые черви постоянно выносили наверх нижние части почвенного слоя, то содержание органических веществ в разных слоях было бы приблизительно одинаково; в природе оно правильно уменьшается сверху вниз. И в самом деле, если черви втаскивают в свои норы обрывки растительных органов с поверхности, то они взамен этого выносят на поверхность свои извержения, происшедшие из этих растительных остатков, так что распределение органического вещества в разных слоях остается приблизительно таким же, каким оно было бы при отсутствии дождевых червей. Но значение деятельности животных громадно в деле измельчения органических остатков; в черноземе, т. е. в почве по большей части сухой, пронизанной везде воздухом и, следовательно, благоприятной для поселения животных, мы видим аморфные органические вещества; в отложениях торфа, следовательно, на местах, пересыщенных водой, недоступных для воздуха, а следовательно и для животных, разлагающиеся органические вещества очень долго сохраняют свое строение, даже в том случае, когда торф происходит из мхов, ткани которых сравнительно нежны, гораздо нежнее тканей сосудисто-

волокнистых пучков семенных растений; это сохранение строения растительных остатков в торфе не может быть приписано ничему иному, как только отсутствию в торфе животных.

На основании сказанного в настоящей главе мы приходим к следующим, как мне кажется, в высшей степени вероятным заключениям:

1. Разложение органических веществ в почве происходит под влиянием бактерий, под влиянием грибов и вследствие химического взаимодействия составных частей разлагающегося вещества.

2. Только относительно грибов несомненно, что они способны образовать продукты разложения, окрашенные в темный цвет; бактерии этой способностью не обладают; что касается чисто химического разложения, то роль его в этом совершенно не известна.

3. Образование аморфных продуктов разложения обусловливается, главным образом, деятельностью животных; без их участия разлагающиеся растительные остатки долгое время сохраняют строение.

Все это показывает, кроме того, что состав почвенного перегноя должен быть чрезвычайно сложен; с теми разнообразными изменениями, какие происходят в органических веществах почвы, совсем не согласуется существование только каких-нибудь 6—8 отдельных веществ, из которых состоит перегной, по мнению сельскохозяйственных химиков и других ученых, следующих в этом Мульдеру.[26] Мнение Мульдера впрочем недостаточно подтверждено опытными исследованиями, потому что до сих пор никому не удавалось выделить из перегноя несомненно чистые отдельные вещества. Вопрос о химическом составе перегноя во всем его объеме составляет поэтому предмет будущих исследований. В настоящее время, благодаря тому, что разные виды брожения, производимого низшими организмами, начинают занимать все большее и большее число лиц, можно надеяться, что образование перегноя будет исследовано с помощью более рациональных приемов, чем те, какими пользовался Мульдер.



ГЛАВА V

НЕСПОСОБНОСТЬ ЛЕСА К ОБРАЗОВАНИЮ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ

Тот факт, что после лесной растительности в почве не оказывается значительного содержания перегнойных веществ, замечен был еще Рупрехтом и с той поры подтвержден всеми исследователями, обращавшими внимание на этот вопрос. Я не буду здесь приводить известных по этому предмету фактов, собранных в книге г. Докучаева, и укажу только на резкий пример, виденный мною летом 1884 г. в восточной России. В окрестностях Уфы, как известно, почвы суть довольно богатый чернозем (см. № 133—161 в главе IX); между тем в 40 верстах от Уфы к востоку чернозем сразу обрывается, потому что начинается лесная область, и под этим лесом, очевидно очень древним, почва окрашена всего дюйма на 2—3, но и то в светлобурый цвет. Затем в центре гор, на половине пути из Уфы в Златоуст (по земскому тракту), встречается обширное плато верст до 50 в поперечнике, повидимому с очень древних времен свободное от леса, а может быть, и никогда не бывшее под ним. Все это плато занято черноземом, образовавшимся здесь при весьма оригинальных условиях, и чернозем этот очень богат органическими веществами и очень глубок. Потом, далее к востоку чернозем начинается уже за Миасским заводом, по пути к Троицку; здесь его

появление совпадает с исчезновением лесов и началом степей.

Отыскание причин, по которым лес не может способствовать накоплению в почве органических веществ, по моему мнению, весьма важно потому, что этим в значительной степени могут быть объяснены способы накопления перегноя в почвах под некоторыми видами травяной растительности.

Попытка дать объяснение, почему именно леса не могли образовать чернозема, сделана до сих пор, как кажется, только г. Докучаевым. Описавши на стр. 303—304 своей книги «Русский чернозем» поперечные разрезы лесных почв, г. Докучаев объясняет замеченные им факты (слабое окрашивание почвы под слоем подстилки) следующим образом.

«Вышеописанное строение лесных почв имеет в данном вопросе и еще одно значение. Как известно из работ Гризебаха [27] и Россмесслера(?), а равно и из новейших исследований над влиянием лесов на климат, температура лесных местностей летом всегда ниже (при равенстве других условий), чем в открытых полях; зато влажность в первых местностях обыкновенно значительнее. В полном согласии с этим находится и вышеописанное нами физическое состояние *лиственного войлока.** А кому не известно, что избыток воды в почве мешает проникать в нее воздуху, — препятствует горению в ней органических веществ и обусловливает долгое сохранение солей закиси железа; словом, создаются приблизительно те же условия, что наблюдаются и в местностях болотистых. А при такой обстановке образуются *кислые* северные луга, а не *сладкие* степные почвы».

В этом отношении (т. е. во всем, что касается накопления органических веществ в лесу поверх почвы) г. Докучаев вполне согласен с мнением, высказанным раньше г. Богдановым,[28]

---

* Так называет г. Докучаев то, что у лесоводов носит название подстилки (Waldstreu).

который тоже утверждал, что органические вещества в лесу должны сгорать медленнее и не столь полно, сравнительно с разложением на открытых местах. Допустивши это, г. Богданов, естественно, пришел к заключению, что в лесу должно более накопляться органических веществ, между тем г. Докучаев к своим цитированным выше словам делает такое непонятное для меня заключение: «Таким образом, приводимые выше соображения проф. Богданова в пользу „медленного и неполного горения растительных остатков в лесу" говорят скорее против, чем за лесную гипотезу» («Русский чернозем». Примечание на стр. 304).

«Нет сомнения, — продолжает г. Докучаев, — что *та же плотность* лиственного войлока, то же *относительно хорошее сохранение его составных частей должны*, без сомнения, *препятствовать и механическому просачиванию в подпочву различного рода гниющих веществ*, тем более что обыкновенно массивные наземные части деревьев (стволы их), прежде чем разрушиться и развалиться на части, настолько мелкие, что они могли бы проникнуть в грунт через различного рода скважины, успеют уже потерять на воздухе большую часть своего органического вещества; кто бывал в глухих, никогда не чищенных и заваленных буреломом и гнилью лесах, тот знает, что иногда достаточно прикоснуться палкой к какому-нибудь лежащему гнилому гиганту — дубу, чтобы он развалился в труху».

Вот все, что высказано г. Докучаевым насчет веществ, образующих лесную подстилку, включая сюда и поваленные стволы в первобытных лесах. На стр. 302 в тексте и примечании г. Докучаев говорит, что вопрос об участии лесов — «самый трудный для решения», потому что «для вполне научного выяснения его» у нас нет много данных. «Я разумею здесь, главным образом, — говорится в примечании, — а) *сравнительное* количество *годового прироста* как древесной, так и травянистой растительности, как подземных, так и надземных частей их; б) *сравнительное годовое количество гниющей раститель-*

ности, — в том и другом случаях; в) *характер процессов гниения* в дремучих лесах и на открытых степях и пр.».

Г-ну Докучаеву, как можно судить по этим словам, остались совершенно не известны те данные, весьма многочисленные, которые по многим указанным в его примечании вопросам давно уже имеются в сельскохозяйственной и лесоводственной литературе.

Останавливаясь пока на рассмотрении лесной подстилки, мы можем, как я думаю, разъяснить ее роль в накоплении органических веществ вполне удовлетворительно на основании тех исследований, которые у нас есть.

Прежде всего нужно указать на то обстоятельство, что условия для разложения лесной подстилки, находящейся постоянно под покровом древесных крон и почти недоступной прямому влиянию солнечных лучей, весьма благоприятны. Если на открытых местах разложение органических веществ на поверхности почвы происходит весьма быстро благодаря смачиванию росами и дождями и несмотря на быстрое высыхание днем и в сухую погоду, то в лесной подстилке, которая, несомненно, высыхает медленнее, разложение должно происходить еще быстрее. К этому присоединяется еще то обстоятельство, что при сколько-нибудь значительной толщине подстилки дождевая вода задерживается преимущественно в ней, и только часть ее попадает в почву. Вольни показал,* что при толщине мертвого органического покрова в один дюйм почва под ним в среднем бывает суше почвы без покрова, несмотря на более сильное испарение воды из последней; покров задерживает воду в гораздо большем размере, чем уменьшает испарение, и сохраняет влагу в почве только в том случае, когда толщина его не более 0.5 дюйма.** Влажность подстилки и ее

---

* Ueber den Einfluss der Pflanzendecke und Beschattung auf die physikalischen Eigenschaften und die Fruchtbarkeit des Bodens. Berlin, 1877.

** Поглощение воды в значительном количестве лесной подстил-

сравнительно большая толщина указываются между прочим и наблюдениями г. Докучаева: «Даже при сильных продолжительных жарах, — говорит он, — горизонт *A* (особенно нижние его части) обыкновенно оставался сырым, иногда влажным; при его снятии на поверхности слоя *B* (т. е. на поверхности собственно почвы) почти всегда замечались потные пятна. Толщина лиственного войлока = 1—4 дюймам».

При такой сравнительно значительной влажности лесной подстилки она разлагается при несколько меньшей температуре, чем органические вещества открытых мест. Если взять наблюдения баварских станций,* то оказывается, что температура поверхности почвы на открытых местах в среднем выводе из всех наблюдений была:

	На открытых местах	В лесу
В апреле	5.10	3.74
» мае	14.24	10.51
» июне	15.07	11.35
» июле	15.20	12.05
» августе	14.75	12.08
» сентябре	12.89	10.48
» октябре	7.18	1.38
Среднее за 7 месяцев .	11.35	9.51

кой доказано потом исследованиями на австрийских лесных опытных станциях. Хотя, как показал Риглер, высохшая на воздухе подстилка тогда пропускает сквозь себя всю дождевую воду, не смачиваясь ею. Данными Эбермайера мы не пользуемся потому, что и сам он отказался от своих наблюдений над просачиванием воды сквозь лесную подстилку и от заключений из этого о влажности лесной почвы, признавши капитальную ошибку в самой постановке своих опытов.

* E. Ebermayer. Die physikalischen Einwirkungen des Waldes.

Разница в температуре отдельных месяцев не превышала 3.73°, а в среднем выводе разница только 1.84°. При таком различии температуры, как мы видели раньше, не может быть большой разницы в быстроте разложения; так как, кроме того, другое условие — влажность — благоприятнее в лесу, то мы, нисколько не рискуя ошибиться, должны заключить, что гниение органической массы на поверхности почвы в лесу не может быть медленнее разложения на поверхности почвы открытых мест.

Против этого вывода можно возразить, что лесная подстилка, как утверждает г. Докучаев, очень плотна; она, по его словам, не может даже пропускать воды; в ней должна оставаться закись железа и т. д.; следовательно, воздух не имеет доступа к ее нижним слоям; но дело в том, что в подтверждение всего этого приведен только тот факт, что подстилка образует *связную* массу, так что ее можно поднимать, не разрывая, как войлок. Я думаю, однако, что связность подстилки совсем не однозначуща с плотностью и что заключения г. Дукучаева относительно плотности подстилки основаны на наблюдениях не вполне точных.

Наиболее плотна лесная подстилка в лесах молодых, где еще почти не обламываются сучья, а опадает только листва. Но и в этом случае, если даже листья плотно слягутся один с другим, возле листовых жилок остаются многочисленные капиллярные ходы, допускающие свободное просачивание воды и прохождение воздуха. В лесах более старых, где кроме листьев опадает множество мелких сучьев, скважины в подстилке бывают и крупные, и притом в большом количестве. Вследствие этого лесная подстилка всегда пронизана множеством воздушных каналов и согнивание ее происходит при полном доступе воздуха, обмен которого нисколько не затрудняется. Что касается связности подстилки, то она обусловливается в большом числе случаев разрастанием грибных нитей между разлагающимися листьями, вследствие чего они иногда сильно скрепляются между собой. Я имел случай сде-

лать множество наблюдений в этом отношении при условиях самых разнообразных и нигде не нашел противоречия сказанному мною. Подстилка, состоящая из хвой, лежащих обыкновенно в разнообразнейших положениях, в особенности не может укладываться плотно. В подтверждение своих наблюдений я могу сослаться на свидетельство лица, специально занимавшегося лесной подстилкой.

«В нормально сомкнутых лесах, — говорит Эбермайер,*— образуется, как известно, из опавших листьев или игл со мхом и сухими ветками более или менее высокий *рыхлый слой*, покрывающий поверхность почвы довольно равномерно. Свежие опавшие листья и иглы осенью лежат рыхло одни на других, но со временем листья постепенно слепляются от сильных и часто повторяющихся дождей или от давления снега и образуют тогда отдельные, плотно связанные друг с другом слои. Рассматривая лесной почвенный покров несколько внимательнее, мы находим в нем, начиная с поверхности до глубины, растительные остатки в разных стадиях разложения, и самый нижний слой почвенного покрова состоит обыкновенно из тонкой порошковатой земли, которая образуется от разложения опадающего материала и известна под названием перегноя. В нижних, отчасти уже разложившихся слоях находятся часто разрастания плесени и нередко многочисленные низшие животные, как личинки насекомых, дождевые черви и т. д., которые питаются растительными остатками. Этот *рыхлый* почвенный покров обладает различными замечательными физическими свойствами: 1) в нем находится большое количество капиллярных пространств, 2) пропитанный воздухом подстилочный покров, подобно снегу, есть дурной проводник тепла», и т. д.

Вследствие того, что лесная подстилка пронизана обильным количеством воздушных ходов, в ней, конечно, не может образоваться закиси железа в заметных количествах; вследствие этого она не вредит, а даже, как думают лесничие, благоприят-

* E. Ebermayer. Die gesammte Lehre der Waldstreu.

ствует росту леса, между тем как при непроницаемости ее для воздуха ее пришлось бы непременно убирать, при желании иметь порядочный прирост лесной массы, потому что без уборки такой плотной подстилки деревья могли бы расти крайне плохо по отсутствию кислорода, необходимого для дыхания корней.

Вследствие того, что лесная подстилка гниет при достаточном количестве воздуха, гниение в ней не может происходить так, как в болотах, и, стало быть, лесной перегной не может быть одинаков с болотным перегноем. Вообще, рассматривая в подробностях условия, при которых гниет лесная подстилка, мы не можем найти существенной разницы в них с теми условиями, при которых гниют органические вещества на поверхности почвы открытых мест: все различия ограничиваются только ускорением или замедлением гниения, но никак не изменением его характера.[29]

Скорость гниения подстилки, как мы сказали выше, весьма значительна; это положение мы основываем на германских исследованиях над количеством лесной подстилки, опадающей ежегодно и накопляющейся в течение нескольких лет.*

В среднем выводе из исследований над насаждениями разных возрастов и в разных местах (всего из 172 наблюдений), количество ежегодно опадающей подстилки в буковых лесах составляет около 4100 кг на гектар, или 270 пудов на десятину.

В три года накопляется подстилки в среднем выводе 8160 кг на гектаре, или 458 пудов на десятине.

В шесть лет количество накопляющейся подстилки составляет 8470 кг на гектар, или 560 пудов на десятину.[30]

Наконец, в охраняемых особенно лесах, где лесная подстилка лежала долгое число лет, количество ее было 10 420 кг на гектар, или 690 пудов на десятину.

Разделивши последнюю цифру на величину ежегодного прироста подстилки, мы получим $2.52 = \frac{690}{270}$; следовательно,

* Die gesammte Lehre der Waldstreu. Berlin, 1876, S. 173—174.

количество лесной подстилки, накопляющейся в течение долгого ряда лет, только в два с половиною раза превышает ежегодный прирост ее, а это показывает, что из накопляющейся к концу осени данного года подстилки в следующем году разлагаются 40% этого запаса. Посмотрим, согласуются ли с этим цифры для трехлетнего и шестилетнего запаса подстилки:

	Действительный запас подстилки (пудов)	Вычисленный запас подстилки (пудов)
В 3 года	458	442
» 6 лет	560	580

Эти вычисленные цифры согласуются с действительными, насколько вообще могут согласоваться цифры при том условии, что в течение трех и шести лет могут случаться значительные разницы в разложении; таким образом, принятый нами размер разложения в 40% существующего запаса может считаться для буковых лесов Германии близким к действительности.

Такой же характер имеют данные о накоплении подстилок в хвойных лесах, но для нас собственно важны в этом случае не точные цифры подобного рода, а только приблизительные. Предположим, что буковый лес представляет особенно благоприятные условия для разложения и что в лесах другого рода, например липовых, дубовых и т. п., условия эти будут вдвое, даже вчетверо хуже, чем в буковом лесу, и при таких, заведомо не соответствующих действительности, неблагоприятных условиях мы получим тот же результат. При разложении, составляющем 20% запаса, накопление подстилки может равняться пятерному ежегодному приросту ее; при 10% разлагающейся подстилки весь запас ее может быть вдесятеро более ежегодного прироста. Несмотря на то, что, по оценке Эбермайера, бук дает большее количество листвы, чем другие деревья, предположим, что ежегодный прирост подстилки в других лесах будет равен 300 пудам; в таком случае органическая масса подстилки может дойти до 3000 пудов на десятине, что по

отношению к слою почвы толщиною в 1 фут составит менее 1%, т. е. накопление органических веществ произойдет далеко не в той степени, как нужно для образования чернозема.

Все предыдущие расчеты основаны, как сказано, на германских наблюдениях. Относительно этого могут возразить (и, действительно, такие возражения были), что в русских лесах условия накопления лесной подстилки могут быть иные. Хотя предположение это насчет различия условий совершенно невероятно, так как вычисления эти сделаны для бука, дающего наибольшее количество подстилки, однако я для большей убедительности произвел настоящим летом исследования над количеством лесной подстилки в искусственно разводимых лесах в черноземной области, главным образом, в Велико-анадольском лесничестве, где в точности известен возраст различных насаждений, а следовательно, и время накопления подстилки.

Нужно заметить прежде всего, что я был удивлен тем, что подстилки накопляется так мало. Весьма немного можно найти насаждений, где бы подстилка составляла сплошной покров почвы; в большинстве случаев она лежит только местами, в виде очень тонкого слоя, и наполовину почва совершенно открыта. В насаждениях молодых, хотя уже хорошо отеняющих почву, но таких, где нижние сучья еще не засыхают и не обламываются, подстилки в большинстве случаев совсем нет.

Для определения количества подстилки я выбрал два места в насаждениях 30—35 лет, из которых на одном подстилки было более, чем где-либо в другом месте дачи; на другом количество подстилки по глазомерной оценке казалось средним. На обоих местах найдено:

На 1-м месте . . . 0.7134 кг на 1 кв. аршин, или 940.53 пуда на десятине
На 2-м месте . . . 0.3174 кг на 1 кв. аршин, или 418.55 пуда на десятине

Нужно заметить при этом, что наибольшая масса подстилки в этом лесу вообще состоит из обломков полуперегнивших

сучьев и содержит сравнительно ничтожную часть остатков листьев.*

Полученные мною цифры показывают, что в наших южных губерниях количество подстилки таково, что предыдущие расчеты, основанные на германских исследованиях, могут быть отнесены и к России.

Если, кроме подстилки, принять в расчет прирост стволов и сучьев, предполагая, что старые деревья падают и сгнивают на месте, как это бывает в совершенно диких лесах, то полученные нами результаты не изменяются.

В 100-летнем лесу на очень хорошей земле нельзя считать древесный запас выше 80 куб. саженей, следовательно, средний годовой прирост равняется 0.8 куб. сажени, или почти 275 куб. футов. При удельном весе в 0.6 кубический фут совершенно сухой древесины будет весить 1 пуд. Следовательно, годовой прирост дерева составит 275 пудов. Причисляя его к подстилке, мы найдем годовой прирост около 600 пудов на десятине; при разложении, равном 10%, это даст возможный запас на десятине до 6000 пудов, что по отношению к слою почвы толщиною в 1 фут составит менее 2%.

Просачивания органических веществ в почву в заметных количествах не происходит; это, как мы видели выше, высказано уже по отношению к лесной почве г. Докучаевым, хотя он приписывает этот результат влиянию ошибочно предполагаемой им плотности лесной подстилки.

Из всего этого следует, что органические вещества, собирающиеся на поверхности лесной почвы, в каком бы большом размере ни прирастали они ежегодно, не могут накопиться в таком количестве, чтобы в значительной степени обогатить почву

* Я пока не определил отношение между весом сучьев и листьев в подстилке. С настоящего года начаты исследования над количеством опадающей ежегодно листвы и накопляющейся за долгое время подстилки в лесах разных местностей России. Исследования над ее количеством, составом и разложением опубликованы будут, однако, не ранее как через два года.

органическими веществами. В предыдущих рассуждениях, как я надеюсь, мы находим полное и правильное подтверждение и объяснение замечанию Ляйэля,[31] цитированному г. Докучаевым: «покрывающие сушу леса могут быть так же густы и высоки, как в Бразилии, и населены мириадами четвероногих, птиц и насекомых, и все-таки по окончании десяти тысяч лет пласт чернозема в несколько дюймов толщиной составит единственный остаток от всех этих мириад деревьев, листьев, цветов и плодов, от бесчисленных скелетов птиц, четвероногих и пресмыкающихся, населяющих плодородные пространства».

Мы рассмотрели только те органические вещества, которые образуются и накопляются поверх почвы; но кроме того, их корни представляют еще новый источник накопления органических веществ. Источник этот весьма не обилен: при густом росте деревьев масса сучьев составляет у разных лиственных деревесных пород от 5 до 15% массы ствола (у хвойных еще меньше). Развитие корней у деревьев во всяком случае находится в условиях менее благоприятных, чем развитие сучьев, и должно составлять, несомненно, меньшую массу. Но если мы даже возьмем большую массу корней = 10% массы ствола, то в 100-летнем лесу нарастет не более 300 пудов корней, т. е. количество весьма небольшое, но и оно не останется целиком в почве; по отношению к корням деревьев мне очень приятно выразить свое мнение словами г. Докучаева.*

«Корни деревьев никогда не образуют такой мелкой и такой частой сетки, как подземные части травянистых растений, а потому первым гораздо труднее обусловить такую однообразно окрашенную почву, как чернозем. Кроме того, самый процесс гниения подземных частей древесных растений говорит не в пользу участия лесов в образовании чернозема; дело в том, что благодаря сравнительно большому диаметру древесных корней, благодаря тому, что гниение идет обыкновенно снутри кнаружи, весьма может случиться (и это действительно не-

* Русский чернозем.

редко наблюдается в природе), что корень продолжает еще занимать свое место, не смешиваясь с окружающей его землей, а внутренность его уже совершенно сгнила и, сохраняя свободное сношение с наружным воздухом, в конце концов совершенно превратится в летучие вещества, разумеется, за исключением своих минеральных частей».

Другими словами, гниение крупных древесных корней происходит при таких же приблизительно условиях, как и гниение подстилки, следовательно, перегнивает в течение года значительная часть накопившегося вещества, а стало быть, и накопления его в значительных размерах быть не может.

Следовательно, с какой бы стороны мы ни рассматривали вопрос, мы никак не найдем условий, при которых бы в лесу легко могло происходить накопление органических веществ в значительных количествах. В настоящей главе мы предполагали все условия сильно преувеличенными в пользу накопления и нашли, что все-таки накопление может быть только незначительным, оно без всякого сравнения меньше того, какое необходимо для образования чернозема.

ГЛАВА VI

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА НА НАКОПЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ

На возможность влияния климата в образовании черноземных почв указано г. Докучаевым; им одним приведены также некоторые соображения в пользу этого. Нам придется, стало быть, иметь дело и здесь, как во многих других главах, только с его мнениями.

«Теоретическая постановка и решение задачи чрезвычайно просты, — говорит г. Докучаев;* раз предложенный Рупрехтом способ происхождения растительно-наземных(?) почв верен (а в этом *теперь* сомневаться нельзя), раз травянистая растительность играла в данном процессе весьма важную роль, то влияние климата в том же происхождении наших почв, *само собою*, не может подлежать никакому сомнению.

«И это влияние весьма многосторонне: а) климат обусловливает качество растительности (*степная флора*, *северная луговая* и пр.); б) количество ее (годовой прирост); в) количество растительной массы, сгорающей (как на поверхности, так и под ней) в течение года; г) наконец, характер процессов гниения (кислый и сладкий гумус)».

* Русский чернозем, стр. 308.

Все эти положения, как общее, так и следующие за ним частные, нельзя, однако, признать верными или вообще, или в применении к данному случаю; некоторые из них, несомненно, противоречат даже общепризнанным научным истинам.

Что касается влияния климата на существование определенной флоры в черноземной местности, то вопрос об этом рассматривается нами в особой главе, и мы тем охотнее устраняемся здесь от рассмотрения этого, что характеру растительности г. Докучаев (там же) приписывает наименьшее значение: «его роль по понятным причинам ограничивается только влиянием на сравнительную глубину почв», — говорит он.

Если мы, обращаясь к рассмотрению других положений г. Докучаева, предположим существование почвы известного плодородия при разнообразных климатах, то по необходимости признаем несомненным — и против такой общеизвестной истины едва ли кто будет спорить, — что на такой почве при разнообразнейших климатах могут быть одинаковые урожаи растительной массы, но могут быть урожаи и разнообразные, смотря по сочетанию температуры и влажности; сочетания такого рода могут быть тоже весьма разнообразны. В зависимости от того же самого, гниение растительных остатков может быть и одинаковым при разнообразных климатах, но может быть и разнообразным. По этой причине никак нельзя сказать, что накопление органических веществ в почве, *само собою разумеется*, должно быть приписано климату. Чтобы доказать это положение для частного случая, например для черноземной области, требуется привести ряд фактов, в которых выражалось бы влияние климата с полной очевидностью, — а этого, как мы сейчас увидим, не представлено в книге г. Докучаева, да и не может быть представлено. Чтобы убедиться в этом, стоит только обратиться к рассмотрению цитированных выше частных положений г. Докучаева.

Обращаясь прежде всего к характеру гниения, мы должны сказать, что он уже никак не может быть приписан климату. Относительно этого следует заметить, что г. Докучаев,

постоянно употребляя в своей книге термин «*сладкий*» гумус, нигде не оговаривается, чтó он собственно разумеет под таким новым названием. В природе мы находим обыкновенно или кислый перегной (свободные, так называемые перегнойные кислоты), или же перегной нейтральный (соли перегнойных кислот). Надо полагать, что сладкий перегной г. Докучаева есть именно нейтральный перегной; если мы в этом не ошибаемся (по крайней мере, иного предположения сделать нельзя), то, как известно, существование кислого и нейтрального перегноя обусловливается только присутствием веществ, с которыми перегнойные кислоты могут образовать соли, и, следовательно, что-либо иное в этом деле не при чем.*

Г-н Докучаев в подтверждение своего мнения ссылается, правда, на цитату Майера из Буссенго,[32] приведя ее, однако, не вполне, потому что он не придавал выпущенной фразе никакого значения; именно, у Майера говорится (мы приводим цитату, подчеркнувши слова, которых нет у г. Докучаева): «Далее Буссенго сообщил весьма важные наблюдения над влиянием температуры на тление (Verwesung), о различном ходе этого процесса в неодинаково теплых климатах. Разложение органических остатков происходит, по мнению этого исследователя, под тропиками совершенно иначе, и, например, торф в этих жарких местностях совершенно не известен. *Там разложение органических веществ под водою происходит при образовании угольной кислоты и болотного газа.* Но там же, с повышением на несколько тысяч футов над поверхностью моря, например на андских плато, где господствует средняя температура в 8—10°, там начинается образование торфа, что доказывает собственно, что только температура обусловливает иной ход процесса тления» (Verwesungsprocesses. Mayer. Agriculturchemie, II Auflage. Bd. II, s. 62—63). В этих словах Майера совсем изменен смысл слов Буссенго, у которого о том же самом говорится следующее: «Органические вещества, погружен-

* На это указано было еще Шпренгелем [33] в 30-х годах нашего столетия.

ные в большие массы воды, менее подвергаются различным и быстрым изменениям температуры, чем в воздухе, и их разложение может происходить медленнее и равномернее; растворимые вещества, которые в них содержатся или которые образуются во время разложения, большей частью при этом растворяются, и *температура, следовательно*, таким путем *может производить большие различия в конечном результате*. Торф, который происходит, как известно, при медленном разложении растений под водой, повидимому, не образуется в озерах жаркого климата, и его, может быть, еще никогда не находили в стоячих водах тропических стран.[34] Древесина, повидимому, здесь вполне разлагается на угольную кислоту и углеродистый водород (болотный газ), которые составляют вероятную причину нездоровья этих стран. Только на плато высоких Андов, где средняя температура не выше 8—10° С, находятся озера с торфяным дном».

У Буссенго, следовательно, ни слова не говорится об *ином направлении* процесса гниения под тропиками, а *только о конечном результате гниения*, о том, что при высокой температуре разложение идет быстро и древесина успевает вполне разложиться на угольную кислоту и болотный газ, не оставляя торфа. Всем известно, что и у нас в болотах разложение происходит с выделением угольной кислоты и болотного газа, т. е. в том же направлении, чего не мог не знать Буссенго и что по непонятному недоразумению совершенно в ином свете передано Майером, вероятно потому, что Майер (как можно заключить из приведенной цитаты и из других его сочинений) вообще мало знаком с исследованиями над разложением органических веществ в природе.[35]

Ввиду сказанного мы можем совсем не принимать в расчет цитаты из Майера, а последуем дальше за доводами г. Докучаева.

«Далее, представим себе три местности, — говорит он на той же странице своей книги, — с одинаковыми (приблизительно, конечно) условиями грунта, рельефа и возраста; пусть

они одновременно сделаются жилищем одних и тех же растений. Но предположим затем, что одна из них находится в той полосе России, где чувствуется сильный недостаток метеорных осадков и сравнительный избыток теплоты и света, где лето длинное, а зима короткая, где растительный период хотя и носит на себе характер энергичный, но он весьма не продолжителен, где суховей в течение двух-трех суток высушивает колодцы и спаляет растительность, где нет лесу, мало рек и сильное испарение. Другая местность пусть залегает в том районе России, где существует (относительно) избыток влаги, много лесов и болот, где чувствуется недостаток теплоты, где зима продолжается 6—7 месяцев, а теплое время — 3—4, где испарение очень слабое, где почва всегда более или менее сыра. Наконец, третий участок помещается в такой полосе России, где климатические условия занимают как раз середину между двумя упомянутыми крайними случаями. Как известно, такие примерные предположенные нами климатические особенности довольно близко соответствуют: а) северной, б) крайней южной и юго-восточной России и в) лучшим частям нашей черноземной полосы, причем, конечно, между ними существует целый ряд переходов.

«Спрашивается, мыслимо ли, чтобы при таких существенно различных условиях образовались бы одинаковые растительные почвы? Конечно, нет, если даже допустить мало вероятное предположение, что годовой прирост растительности будет всюду одинаков. Ведь, очевидно, во втором случае (б) будет сгорать растительности и на воздухе, и в почве несравненно больше, чем в первом; здесь мыслимо даже такое явление, что годовой прирост дикой растительности будет как раз равен ее годовому расходу; понятно, тогда почва будет почти вовсе лишена гумуса, что мы в действительности и встречаем на крайнем юго-востоке России; но зато здесь весь гумус, так или иначе уцелевший в почве и происшедший от гниения растительности при свободном доступе воздуха и при сравнительно высокой температуре, всегда будет «*сладкий*».

Относительно сладкого гумуса я сделал замечание раньше; что же касается сгорания (по выражению г. Докучаева) органических веществ при намеченных условиях, то заключения г. Докучаева об этом совсем не справедливы и сделаны только потому, что он, повидимому, совсем не принял в расчет существование исследования об условиях разложения органических веществ; положение, что для этого необходимы «теплота, *влажность* и доступ воздуха», общеизвестно, а между тем при указанных г. Докучаевым условиях в юго-восточной России влажности очень мало, а следовательно, и разложение органических веществ будет происходить весьма слабо, так что условия являются наиболее благоприятными для накопления в почве органических веществ, а стало быть, и для образования чернозема. Относительно юго-востока России сам г. Докучаев в другом месте своей книги доказывает, что причиной отсутствия там чернозема был совсем не климат: «известно ведь, — говорит он (на стр. 351 своей книги), — что между главными членами Арало-Каспийских образований едва ли не первое место занимают *солонцеватые глины и пески*, а *такие породы*, как мы видели, *если они являются и в сплошной черноземной полосе России, обыкновенно несут на себе или нетипичный чернозем, или этот последний вовсе отсутствует на них*». Подобных же, вполне справедливых мест можно было бы привести из книги г. Докучаева еще несколько, если бы необходимо было доказывать, что только почвенные условия составляют причину отсутствия чернозема в юго-восточной России и что там же возле, при изменении почвенных условий, мы находим чернозем, как, например, на Ергенях и в Прикавказье.

Переходя к влиянию климатических условий северной полосы, г. Докучаев говорит: «На севере России, напротив, годовой прирост растительности должен быть несравненно больше ее расхода; благодаря короткому лету и вообще сравнительно низкой температуре, благодаря значительному количеству осадков, благодаря, наконец, тому обстоятельству, что наши северные луга и летом зачастую покрываются водой, здесь

хотя бы в сущности и незначительный прирост растительности медленно сгорает на воздухе и в почве». Гумус здесь «должен, — по мнению г. Докучаева, — скопляться, главным образом, в виде торфянистых и болотно-наземных(?) масс». Я должен признаться, что не понимаю, что значит «болотно-наземная масса», и потому не могу судить о последнем заключении г. Докучаева; что же касается того, что в северной России (куда, если идет речь о черноземе, должна быть отнесена, например, и Москва) прирост растительности должен быть больше, чем гниение, то это совершенно не верно; значительная влажность даже и при гораздо меньшей температуре может привести, как мы видели из первых глав настоящей книги, к тому, что разложение будет значительно превышать прирост. К этому нужно прибавить еще, что нечерноземные местности не всегда холоднее черноземных; например, в черноземном Сарапуле средняя температура с апреля до октября включительно (начало и конец растительного периода и гниения) 10.21° С, тогда как в Москве температура эта 11.87°, в Горках — 11.65° и т. д.

Наконец, средняя часть между указанными крайними характеризована именно тем, что она средняя, причем не указано, каково же здесь может быть соотношение между приростом и гниением. «Само собой понятно, — говорит г. Докучаев (там же), — в несравненно лучших климатических условиях стоит дикая растительность в средней черноземной полосе России; здесь нет ни того избытка теплоты, ни того недостатка влаги, которыми страдает юго-восточная, а частью и южная Россия; здесь, с другой стороны, нет и той излишней влажности и недостатка теплоты, которыми обусловливается болотистый (?) характер почв северной России; вот почему и *быстрота* гниения растительности и *характер* этого процесса должны носить на себе здесь средние свойства между крайним югом и севером России».

К этому нужно заметить, что из исследований Вольни, приведенных нами в первой главе, оказывается, что могут

быть такие *средние* условия, при которых гниение происходит всего быстрее, и эти средние условия как раз аналогичны тем, какие предположены г. Докучаевым для черноземной полосы. Вольни показал, что при сочетании низкой температуры и значительной влажности и при сочетании высокой температуры и малой влажности разложение может быть медленнее, чем при средней температуре и средней влажности. Следовало бы доказать, что опыт Вольни не может быть отнесен к черноземной области, если она, по мнению г. Докучаева, отличается указанным у него средним характером.

Кроме того, что представления о процессах гниения в предыдущем не верны, самая характеристика климатических полос черноземных и нечерноземных сделана г. Докучаевым не во всем точно; он оправдывает ее некоторыми фактическими данными, но едва ли можно признать эти факты достаточными. «Приведенная мною характеристика климата отдельных полос России известна каждому; то же самое говорят и метеорологические данные, помещенные в известных работах Веселовского, Кемца, Рыкачева, Воейкова и Вильда. Сущность их сведена мною в особой таблице» (см. примечание на стр. 309).

Указанная таблица помещена в брошюре г. Докучаева: «Ход и главнейшие результаты предпринятого императорским Вольным экономическим обществом исследования русского чернозема» (СПб., 1881). «Нам не известны, — говорит здесь г. Докучаев на стр. 55, — периоды жизни растительности, величина их годового прироста по полосам, их сгорание на воздухе, просачивание в почву. Все эти в высшей степени важные данные только одни и могут детально решить каждый из поставленных выше вопросов о причинах географического распределения чернозема.

«Во всяком случае, мы можем сказать, что климат в северной России не тот, что в черноземной, а здесь не тот, что в южной и юго-восточной России. Доказательством этого может служить следующая табличка».

В таблице этот климат северной полосы характеризован данными для одной Москвы, причем взяты:

Температура:	года,	лета,	весны,	осени,	марта,	апреля,	ноября
Водные осадки	»	»	»	»	»	»	октября

Климат черноземной полосы характеризован подобными же данными, но температура взята для одной Тамбовской губ. (среднее из Тамбова и Замартына); для осадков взято среднее из Симбирска и Курска, а среднее за год из села Мохового Тульской губернии.*

Климат южных и юго-восточных местностей характеризован температурами для Царицына, а водяными осадками для Астрахани.

«Из этой таблички, — по мнению г. Докучаева, — мы можем вывести следующие положения.

«Местности Ряжска, Гурова, Грязей, Крутого, Ендовица, Волхонской и Филонова — местности с лучшими черноземными почвами — и по количеству осадков, и по температуре, по их распределению и характеру занимают как раз середину между Клином и Коломною — с почвами северными, с одной стороны, и Городищем и Царицыным с почвами каштановыми и красными, с другой».

Если принять во внимание, что ни для одного из названных мест (за исключением температур для Царицына) в таблице не находится никаких метеорологических данных, то едва ли можно сделать на основании ее какие-либо заключения о климате этих мест; кроме того, вообще таблица составлена так, что никакие выводы из нее не возможны вследствие произвольного сочетания метеорологических данных; почему количества дождя по времени года и по месяцам взяты средние для Симбирска и Курска, а годовые для Мохового? Климат какой

---

* Я не мог нигде найти годовых данных для Мохового; до 1866 г. наблюдения там делали только летом, да и потом, кажется, также. Поэтому не ошибочны ли цифры г. Докучаева?

местности может характеризоваться подобными данными? Почему температура Царицына и атмосферные осадки Астрахани характеризуют климат всех южных и юго-восточных местностей России? На эти и многие подобные им вопросы напрасно вообще стали бы мы ожидать ответа в брошюре.

Все это показывает, что г. Докучаев не дал характеристики климата черноземных местностей, такой характеристики, которая показала бы нам нечто общее для всех их, отличающее их от местностей с другими почвами; это общее, если бы оно было найдено, должно быть особенно благоприятным для накопления органических веществ в почве. Только при таком условии можно было бы привести образование чернозема в связь с климатом.

Но у г. Докучаева приведены еще некоторые доказательства в пользу защищаемой им гипотезы, именно он говорит:

«*Фактическую* опору весьма сильного влияния климата на характер растительно-наземных почв составляют, по нашему мнению, следующие крупные факты:

«1. Упорное следование черноземной полосы (взятой в целом) не вдоль параллелей, а с юго-запада на северо-восток, как раз параллельно известным изотерам, известному распределению метеорных осадков и известному характеру дикой травянистой, а частью и лесной растительности.

«2. Того же направления держатся и отдельные гумусовые полосы.

«3. Нахождение как раз по середине черноземной полосы почв, наиболее богатых гумусом; отсюда же по направлению к северо-западной и юго-восточной границам чернозем постепенно и незаметно сходит *на нет*.

«4. Замечательно резко выраженное местами (например Тульская губ.) совпадение изменения характера степной флоры с постепенным исчезновением чернозема».

Относительно последнего пункта (4) нужно заметить, что резкое изменение флоры и почвы на небольших расстояниях

(при отсутствии гор) свидетельствует как раз против климатического влияния; на близких расстояниях в местностях ровных не может быть резких изменений климата, и если почва и растительность оказываются резко измененными, то объяснения этому, несомненно, следует искать не в климате, а в чем-либо ином.

Что касается первых трех пунктов, то едва ли они согласуются с фактами. Справедливо только то, что чернозем упорно следует за известного рода растительностью, но чтобы он следовал чему-либо иному, мы не видим. Какой изотере следует черноземная ветвь по направлению к Кавказу? Она отделена от главной черноземной полосы солончаками, но если бы их не было, то, как показывает пример Ергеней, мы имели бы здесь сплошную полосу чернозема при климате очень жарком, при очень длинном лете, допускающем созревание, например, американской кукурузы, возделывание которой без вырождения невозможно даже в Италии. Мы имеем почвы с одинаковым содержанием перегноя в Тульской и Курской губ. и вокруг Ставрополя и Пятигорска, и эти местности разделены на карте г. Докучаева очень широкой полосой (в сотни верст) с гораздо меньшим содержанием перегноя. Чернозем сперва по направлению к югу и юго-востоку сходит на нет, но потом опять появляется и делается богатым по содержанию органических веществ. Если рассматривать еще некоторые местности в частности, то мы увидим массу исключений из правила, какое думает установить г. Докучаев. Если взять, например, северную границу чернозема, то спрашивается, какой изотерой и вообще какими климатическими особенностями обусловливается тот факт, что от Нижнего до Орла граница чернозема почти в точности следует течению Оки? Почему от Казани до Нижнего она следует за течением Волги? Сейчас же на противоположных берегах этих рек разве может быть другой климат? Нужно согласиться, что все эти факты весьма сильно противоречат предположению об участии климата в образовании чернозема. Наконец, если бы даже чернозем в самом деле

правильно распространялся по направлению известной изотеры, то требовалось бы еще доказать, что оба явления имеют причинную связь; в противном случае мы легко сделаем известную логическую ошибку — cum hoc, ergo propter hoc.[36]

Мы изложили почти дословно все доводы г. Докучаева в пользу влияния климата на образование чернозема. Может быть, есть и другие защитники этой гипотезы, но нам они не известны, и, во всяком случае, г. Докучаев — сильный, горячий и деятельный защитник ее. Но, как мы видели, все его доводы нельзя признать хотя в слабой степени удовлетворительными. Его мнения относительно быстроты и характера гниения органических веществ не согласны с основными научными положениями по этому предмету.

Ввиду этого возникает такой вопрос: руководясь правильными понятиями об условиях, способствующих накоплению органических веществ, возможно ли было бы высказать гипотезу о влиянии климата на образование чернозема? На этот вопрос нельзя отвечать отрицательно; влияние климата на накопление органических веществ в почвах, если оно есть, совсем не так очевидно, что сразу могло бы бросаться в глаза; но с другой стороны, ничто в общем резко не доказывает и отсутствия такого влияния. Однако можно сказать, что такое влияние (если оно есть) должно быть весьма сложным и разнообразным, но никак не может быть простым; по этой причине разъяснение этого влияния представляет серьезные затруднения. [37] К такому заключению мы приходим на основании следующих соображений, мимоходом высказанных нами раньше.

1. Могут быть такие различные климаты, при которых как прирост растительной массы (на одинаковых по свойствам почвах), так и разложение ее будут равны.

2. Разнообразие климата может привести к одинаковому приросту растительной массы, но разложение может быть различно, а в этом отношении достаточно постоянной ничтожной разницы, чтобы через долгий промежуток времени оказа-

ласъ разница большая. Мыслимо и обратное, т. е. разный прирост при одинаковом разложении.

3. Разнообразие климата может производить сильные различия как в приросте растительной массы, так и в разложении ее, и различия эти во многих случаях могут быть таковы, что оценка конечного результата будет не возможна, как, например, в тех случаях, когда более сильный прирост совпадает с более сильным разложением.

Все это может представлять трудно преодолимые затруднения даже при однообразии почв; если же в разных случаях и почвы будут неодинаковы, то затруднения могут только увеличиться.

Для того чтобы показать на примере, какие могут быть тут затруднения, возьмем две местности: одну с определенной (не особенно высокой) средней температурой во время растительного периода и с определенным (довольно большим) количеством дождя, сравнительно часто выпадающего. Другая местность пусть будет отличаться большей средней температурой и меньшим количеством дождя.[38] Возьмем для этого, например, С.-Петербург и Лугань; в этих местах мы имеем:

	С 1 апреля по 31 октября			
	средняя температура (в ° С)	количество дождя (в русских дюймах)	число дождливых дней	годовое количество дождя
С.-Петербург	10.68	12.63	88.3	17.91
Лугань	16.13	9.29	52.0	13.75

Разница между обоими местами весьма резкая. В Петербурге гниение происходит при невысокой сравнительно температуре и, следовательно, будет под влиянием этой причины не особенно быстро; но гниющие органические вещества будут

постоянно влажны, потому что дожди часты и воды выпадает достаточное количество; влажность эта будет ускорять разложение. В Лугани воды выпадает мало и, кроме того, высокая температура способствует скорому высыханию органических веществ, что препятствует разложению; но здесь разложение происходит при высшей температуре, чем в Петербурге, а потому, может быть, даже в те короткие промежутки времени, когда разлагающееся вещество еще не успеет высохнуть, из него разложится в конце концов не менее, чем в Петербурге. Что же будет иметь перевес в Лугани — высокая ли температура своим влиянием на ускорение разложения, или меньшая влажность — замедлением разложения? Вопрос этот в настоящее время даже для столь различных по климату мест, как Петербург и Лугань, не может быть решен даже с той небольшой точностью, какою можно вообще довольствоваться при решении подобного рода вопросов. Чтобы еще более убедиться в этом, остановимся еще на некоторых подробностях.

В Лугани выпадает 9.29 дюйма дождя в 52 дня; следовательно, на каждый дождливый день приходится 0.179 дюйма. В Петербурге в один дождливый день выпадает 0.143 дюйма. Из этого можно было бы заключить, что хотя в Лугани дожди редки, но зато каждый выпадающий дождь смачивает разлагающиеся органические вещества сильнее, чем в Петербурге. Этого сказать, однако, нельзя, потому что смачивание зависит не только от количества падающей дождевой воды, но и от продолжительности дождя; менее сильный, но продолжительный дождь произведет более сильное смачивание, чем дождь обильный, но кратковременный, потому что в последнем случае много воды стекает поверхностно, не успевая поглощаться почвой. Кроме того, степень смачивания зависит от степени сухости почвы или органических остатков до дождя: очень сухая почва и вообще сухие вещества и большим количеством воды не могут быть доведены до той степени влажности, до какой дойдут менее высохшие вещества даже при дожде

менее сильном. Из всего этого мы не можем сделать никакого точного вывода относительно влажности разлагающихся в почве органических веществ в Лугани и в Петербурге; между тем, без точных сведений о степени влажности органических разлагающихся веществ мы не имеем возможности получить даже приблизительное представление о быстроте разложения их, хотя бы у нас были самые точные данные относительно температуры. Подобные же сравнения различных других местностей России (каких бы то ни было, все равно) одинаково не могут нам помочь в разъяснении вопроса.[39] Для того чтобы иметь какой-нибудь климатический масштаб для оценки занимающих нас явлений, приходится обратиться к местам далеким, но допускающим совершенно определенные заключения.

Возьмем сперва местность совершенно исключительную, именно западный берег Южной Америки, между теми широтами, где находятся залежи гуано. Эти места отличаются, как известно, почти абсолютным бездождием и потому здесь органические вещества гуано остаются в течение долгого ряда лет неразложенными. Но есть и другие места, тоже богатые залежами гуано, где, однако, дожди бывают: это некоторые острова в Тихом океане, почти под экватором.

Характеристику климата этих островов можно найти в статьях Ханна и г. Воейкова.*

Статьи эти относятся к островам Бакер, Джарвис и соседним с ними. По оценке г. Воейкова,[40] наиболее вероятное среднее годовое количество дождя там должно быть 94 мм и никак не может превосходить 121 мм. Число дождливых дней очень мало (иногда бывает 12 в целый год). При высокой тропической температуре такое малое количество дождей должно сопровождаться значительной сухостью земли; и действительно,

---

* Zeitschrift der Oesterreichischen Gesellschaft für Meteorologie. Bd. XV., 1880. — A. W o e i k o f f. Zum Klima des centralen aequatorialen Teiles des Grossen Ocean. S. 120. — J. H a n n. Meteorologie einer Guano-Insel. S. 121.

вследствие этого острова обыкновенно лишены растительности, и только в редкие годы случаются такие сильные дожди, что появляется густая травянистая растительность и поверхность почвы на короткое время уподобляется лугу. При таких условиях гниение органических веществ должно происходить на указанных островах в ничтожных размерах и на долгие периоды должно совсем останавливаться. Несмотря на то, гуано с этих островов представляет чистое фосфорнокислое удобрение и содержит не более 0.5—0.4% азота, тогда как в перуанском гуано, сохраняющемся при полном бездождии, азота содержится средним числом 13—14%, но может быть и более 20%. Органических веществ в гуано с океанийских островов не более 8—9% (в сущности менее, потому что цифры показывают потерю при прокаливании). Из этого поучительного примера мы можем видеть, какое малое количество влажности требуется для того, чтобы при благоприятной температуре довести органические вещества, находящиеся на поверхности земли в виде довольно значительного слоя, почти до полного разложения.

Если сравнить с этим климатические условия нашей черноземной полосы, то мы неизбежно придем к заключению, что у нас на поверхности земли вообще не может происходить ни малейшего накопления органических веществ. Взявши, например, 4-й и 5-й ряды опытов, сообщенных нами в главе I, мы можем видеть, что при одинаковой влажности разложение при 35° идет быстрее в 10 раз разложения при 0—5° и втрое быстрее разложения при 15°. Но если мы даже примем, что разложение на указанных островах происходит в те короткие промежутки времени, когда оно возможно, во всяком случае в 10 раз быстрее, чем у нас, то, принимая в расчет, что у нас гниение может продолжаться не менее 100 дней в году (считая только дождливые дни и следующие за ними), между тем как там оно, при той же влажности, происходит по нескольку дней через промежутки в несколько месяцев, а иногда в несколько лет, все-таки выйдет, что у нас разложится в течение

ряда лет несравненно более органических веществ. Это, впрочем, доказывается напрасными поисками гуано в Каспийском море, несмотря на бедность дождями восточных побережий его; сравнительно с этими побережьями наши черноземные местности очень влажны.

Невозможность накопления органических веществ на поверхности почвы в черноземных местностях доказывается, между прочим, и тем, что в лесах черноземной полосы, лежащих даже на значительных возвышенностях, не накопляется значительного количества лесной подстилки; между тем и г. Докучаев признает, что в лесах просачивания органических веществ в почву не бывает, так что они исчезают с поверхности только вследствие гниения.

Не входя здесь в рассмотрение вопроса о просачивании органических веществ в почву (так как он рассматривается нами в главе VIII), мы во всем только что сказанном видим подтверждение тому, что органические вещества, образующиеся не в самой почве, а над ней или на ее поверхности, никак не могут содействовать накоплению в почве органических веществ при климатических условиях какой бы то ни было местности в черноземной полосе, а следовательно, останавливаться на рассмотрении климата по отношению к этим веществам нет никаких поводов.

Но, может быть, такое заключение наше будет для некоторых ученых неубедительно; может быть, все-таки многие лица будут и после наших рассуждений утверждать, что органические вещества, собирающиеся на поверхности почвы, могут иметь существенное значение для обогащения глубоких слоев почвы перегноем, и может быть, что значение климата в этом деле все-таки будет признаваться важным. Для того чтобы видеть, насколько такое убеждение оправдывается существующими фактами, приведем для некоторых мест (рискуя впасть в повторение того же самого) важнейшие климатические данные, которые могут иметь значение в процессах разложения органических веществ.

	С 1 апреля по 31 октября			
	средняя температура	количество дождя (в дюймах)	число дождливых дней	годовое количество дождя
Казань	11.95°	10.85	49.2	15.39
Уфа	12.10	—	68.1	—
Витебск (около)	12.0	15.27	61.5	21.31
Орел	13.08	14.86	69.4	24.66
Курск	13.13	14.37	85.6	17.82
Николаевка (Воронежск. губ.)	14.25	15.04	45.8	21.56
Киев	13.82	10.15	68.6	15.60

Если сравнить эти места, то едва ли климатическими влияниями кто-нибудь объяснит, почему в Витебске должно накопляться менее органических веществ, чем в Орле или в Воронежской губ., или почему мы близ Киева на карте г. Докучаева совсем не видим чернозема и почему черноземные почвы, еще далеко не доходя до Киева, мало-помалу исчезают. По климатическим данным Киев гораздо благоприятнее накоплению органических веществ, чем Курск или Орел. Почему Казань и Уфа лежат в черноземной полосе, подобно Пятигорску или Екатеринодару? Средняя температура растительного периода (от апреля до октября) в Казани и Уфе около 12°, между тем как в Екатеринодаре за то же время средняя температура 19.07°, а в Пятигорске 16°; в Пятигорском уезде (на ст. Александровской) собирали дождя 16.66 дюйма от апреля до октября и 22.16 дюйма в год; число дождливых дней такое же, как и в Казани. Чернозем мы находим в Сарапуле, где средняя температура от апреля до октября 10.21°, и даже в Кунгуре, где она, может быть, еще ниже. Следовательно, возьмем ли мы температуру — мы найдем между черноземными местностями громадное разнообразие; возьмем ли количество дождя — и в этом находим различия

весьма большие; сочетание обоих климатических элементов тоже разнообразно.

Мы могли бы, при желании, подобрать несколько черноземных местностей с климатом однообразным, но всегда, взявши все, даже теперь существующие в печати, скудные климатические данные, нашли бы исключения из этого единообразия. При уверенности в том, что главную роль в накоплении перегноя имеет климат, мы могли бы (задавшись правилом не быть требовательными) эти исключения объяснить без труда, в особенности при скудности сведений и по другим относящимся сюда вопросам. Почему данная местность, будучи сходна с черноземными по климату, не имеет чернозема? А потому, что, вероятно, либо свойства почвы, либо рельеф местности, либо флора мешали здесь его образованию. Почему в местности, не совсем удобной по климату для накопления органических веществ, тем не менее образовался чернозем? Вероятно, свойства почвы, ее положение и т. п. особенно благоприятны для этого. Вводя подобные, так сказать, предположительные объяснения, мы можем устранить множество возражений, так как при объяснениях вводятся такие элементы, как свойство почвы, ее положение и т. п., точная оценка которых без подробных исследований не всегда возможна, а потому невозможны неопровержимые возражения против таких объяснений. Я думаю, однако, что такие легкие объяснения достаточно опровергают сами себя, и думаю также, что при подобном отношении к предмету мы долгое время не подвинем вперед наших понятий о нем.

Как бы то ни было, как бы ни было велико разнообразие климата в черноземной полосе, следующие пояснения, так же как и предыдущие, доказывают, по моему мнению, убедительно, что органические вещества не могут накопляться на поверхности почвы при каких бы то ни было климатических условиях, наблюдаемых в черноземной области. Из опытов 20-го ряда, помещенных в главе III, мы видели, что находящийся на поверхности дерн разлагается так быстро, что

в сутки с десятины почвы исчезает даже при неблагоприятных условиях до 100 фунтов перегноя. Если принять, что разложение происходит только в дождливые дни, то и в таком случае в 50 дней разложится на десятине до 5000 фунтов перегноя, или более 5000 фунтов, т. е. 120 пудов, сухой растительной массы, что равняется обильному урожаю травы на степях.[41] Между тем разложение происходит каждые сутки, потому что каждую ночь поверхность почвы смачивается росой, а этого вполне достаточно, чтобы разложение было уже довольно сильно. Кроме того, действие выпадающего дождя на разложение не всегда ограничивается только одним днем, а потому разложение во всяком случае будет выше указанной цифры, тем более, что при благоприятных обстоятельствах разложение может итти с такой быстротой, что в сутки на десятине исчезает до 300 фунтов перегноя. Так как для разложения значительных количеств перегноя достаточно и незначительного времени, то мы должны заключить, что даже в самых холодных черноземных местностях не только весь прирост, в виде надземных растительных органов, мог бы разложиться в одно лето, но разложилось бы даже и большее количество вещества, если бы оно нашлось. При достаточной влажности даже при 8° С на десятине разрыхленного чернозема может разложиться в день до 20—30 фунтов перегноя, а это во весь растительный период дает до 200 пудов сухой растительной массы; половина этого количества вполне достаточна, чтобы покрыть весь прирост надземных органов. Между тем нигде в черноземной полосе средняя температура 7 месяцев (с 1 апреля по 31 октября) не бывает так низка и в большинстве случаев равна 12—13° и более. Поэтому на степях мы нигде не видим и следов прежней растительности на поверхности почвы.

Если признать, что согласно с тем заключением, к какому мы приходим в одной из следующих глав и которое укажем и здесь, что накопление органических веществ почвы происходит только за счет растительных корней, то влияние на этот

процесс климата, очевидно, будет еще слабее, чем влияние его на разложение органических веществ поверх почвы. В самом деле, разложение органических веществ во внутренности почвы обусловливается главным образом сухостью и плотностью почвы и связанными с нею условиями, а не какими-либо иными причинами. Выпадающие летом дожди и нагревание солнечными лучами несравненно сильнее действуют на влажность и температуру поверхностных слоев почвы, чем на слои, находящиеся на некоторой глубине. Известно, что на черноземных плотных почвах летом во время дождей значительное количество воды стекает поверхностно, не попадая в почву; поэтому там даже после сильных дождей вода проникает только в поверхностные слои. Даже после продолжительных дождей земля промокает до небольшой глубины, и почва, вследствие однообразной плотности, после этого быстро высыхает. Замечательно, что даже в Англии, с ее влажным климатом, в летние месяцы сквозь почву просачивается обыкновенно ничтожное количество воды, а иногда, несмотря на выпадающие дожди, просачивания по целым месяцам не бывает, как это наблюдалось на дернированных полях. Поэтому внутри почвы, даже при весьма различном количестве дождей, если только плотность и положение почвы сходны, разложение органических веществ происходит при таких степенях влажности, которые не сильно различаются между собою даже при сильных различиях в климате, а потому и большой разницы в разложении в зависимости от количества дождей быть не может. Разница в температурах разных мест еще более сглаживает различия, которые в этом отношении могли бы быть: при высоких температурах почвы высыхают быстрее, чем при температурах низких. Поэтому если в одном месте большая температура обусловливает быстрое разложение в короткий срок, то в другом большая влажность почвы вознаграждает более слабое действие меньшей температуры. Но, во всяком случае, главная роль при разложении органических веществ почвы и при накоплении их в почве принадле-

жит, как мы сказали, сухости и плотности почвы, так что сравнительно с их влиянием значение температуры является второстепенным.[42]

Плотность почвы обусловливается, как известно, мелкостью ее частиц; по этой причине плотные почвы отличаются большою абсолютной влагоемкостью и малой проницаемостью для воды и воздуха. Все эти обстоятельства в высокой степени важны по их отношению к быстроте разложения органических веществ.

Плотные почвы, если они не трогаются земледельческими орудиями, промачиваются водою до значительной глубины только осенью и весной; с весны начинается их высыхание, уже вследствие плотности почвы распространяющееся до глубоких слоев; произрастающая на такой земле дикая растительность своими глубокими корнями еще более способствует высыханию глубоких слоев почвы, и в силу этих обстоятельств иногда уже к началу лета мы находим почву значительно высохшей до большой глубины. Вследствие ее плотности промачивание ее дождями и обмен в ней воздуха совершаются слабо, и таким образом органические вещества находятся при обстоятельствах, самых неблагоприятных для разложения.

Когда степи являются летом как бы выжженными, когда на них мы почти не находим живой растительности, это значит, что влажность почвы, как показали исследования по этому предмету Майера, Гейнриха и Либенберга,* немногим только разве превосходит ту влажность, какую мы находим в почвах при их полном высыхании на воздухе, а при такой влажности разложение органических веществ внутри почвы почти приостанавливается, а может быть, и совсем прекращается, так как недостаток воды сопровождается в почве недостаточным притоком воздуха. Падающие росы и дожди, смачивающие поверхность почвы и поддерживающие разложение органических веществ на ней, не оказывают влияния, как мы уже сказали, на внутренность почвы, а потому приостановка в раз-

* Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik, Bd. I, S. 25—29.

ложении органических веществ продолжается до того времени, когда почва снова намокнет до значительной глубины. Только при таких продолжительных приостановках в разложении возможен такой малый процент разлагающихся веществ, при котором, как мы видели, только и возможно существование почв, богатых органическими веществами.

Параллельно с изменениями в плотности почвы изменяются и условия разложения органических веществ, а следовательно, и условия их накопления. Если почва до некоторой степени крупнозерниста, то она легко проницаема для воды и воздуха и обладает малой абсолютной влагоемкостью. В крупнозернистую почву проникает вода до значительной глубины от таких дождей, которые могут в плотной почве смочить только поверхностный слой.

По этой причине разложение органических веществ в крупнозернистых почвах должно совершаться быстрее, чем в плотных почвах, процент разлагающихся веществ будет больше, а следовательно, и накопление их будет меньше, что мы и видим всегда, без исключения, в действительности. На поверхности таких почв разложение ничем не будет отличаться от разложения на поверхности почв плотных, и потому, если бы накопление обусловливалось поверхностными веществами, то мы не находили бы различия в количестве органических веществ между плотными и рыхлыми почвами, и даже рыхлые почвы были бы благоприятнее плотных в этом отношении, потому что в них легче могли бы проникать органические вещества, если бы снос их водой в глубину был возможен.

Сухость почвы может обусловливаться совсем не климатом, а плотностью почвы. В этом отношении, кроме плотности почвы, имеет значение рельеф местности. Это можно видеть при наблюдениях над почвами северной границы чернозема. Здесь места влажные с характером растительности одного рода быстро сменяются местами сухими с другой растительной формацией. Причиной этого на незначительных расстояниях никак не может быть климат,[43] а вероятнее всего рельеф местности.[44]

«Представим себе, — говорит А. А. Иностранцев,* — плоскую страну определенной величины, с небольшим скатом в одну сторону, и определим количество выпадающих на нее атмосферных осадков. Представим далее, что при *сохранении тех же самых климатических условий* поверхность этой страны разъедается оврагами. Это разъедание увеличивает ее поверхность, тогда как вся площадь будет получать атмосферных осадков то же самое количество. Кроме того, с увеличением поверхности увеличится и испарение воды. [Все это должно сильно влиять на климат, а следовательно, и на растительность, и там, где прежде могли произрастать леса, теперь им здесь мало влаги и мы видим голую степь, а леса сосредоточились по окраинам оврагов (южная Россия), как бы стянулись туда за водой]. Кроме всего этого, вода, приготовляя овраги, не только увеличивает поверхность страны, но влияет еще и иным способом. Так, где сток небольшой, вода застаивается и часть ее проникает в почву и увлажняет ее. Не то в оврагах: там вода бежит быстро и не успевает проникнуть в почву, а потому новые крутые склоны должны стягивать воду со всей окрестности и способствовать более быстрому ее стеканию, чем в том случае, когда оврагов здесь не было. Наконец, овраги, углубляясь в почву, способствуют обнажению на дневную поверхность вод источников, теряющих при этом испарением часть воды, которая до этого увлажняла почву».[45]

С теми фразами, которые поставлены мною в скобки, я не могу согласиться, хотя, к сожалению, здесь не могу войти в подробное изложение причин своего несогласия с ними. Но все остальное, сказанное проф. Иностранцевым, глубоко верно: без малейшего изменения температуры, количеств дождевой воды, распределения атмосферных осадков, оседания рос и т. п. изменение одного только рельефа местности может произвести резкое изменение во влажности почвы; если мы все это приложим к южной России, на которую и ука-

* Геология. Том I, стр. 54.

зывает А. А. Иностранцев, и вообще к черноземной полосе, где рельеф местности в большинстве именно таков, при котором почва должна быть суше, чем в странах с другим характером рельефа, то для нас будет ясна истинная причина сухости черноземных почв по сравнению их с почвами северными и нам не будет надобности прибегать для объяснения этого во что бы то ни стало к климату и тем самым иногда впадать в невообразимые противоречия с фактами. До сих пор, как мы видели, никем не было приведено ни одного хотя бы сколько-нибудь серьезного доказательства в пользу того, что накопление органических веществ происходило под влиянием климата. Самые указания на способы этого влияния при избранных гипотетических условиях сделаны были неверно и не соответствуют научным исследованиям по этому предмету.

С другой стороны, как я старался показать в настоящей главе, мы имеем полную возможность объяснить накопление органических веществ в почве другими причинами, помимо влияния климата; для некоторых частных случаев, для особенных местностей, накопление перегноя в почвах нельзя себе ничем объяснить, как только свойствами почвы, и против этого (например для песков и солонцеватых мест) никто не решится на возражения. Я убежден в том, что преобладающее (может быть исключительное) влияние почвы [46] в этом деле (ее плотности, состава и рельефа) в недалеком будущем сделается общепризнанным и для всей черноземной полосы. Следующие главы дадут нам еще некоторые доказательства в пользу этого.

Против таких заключений возможно, однако, следующее возражение общего характера: на накопление органических веществ в почвах должны оказывать влияние все естественные условия, при которых это накопление происходит, а следовательно, должен оказывать влияние и климат. Поэтому несправедливо отрицать его влияние на образование чернозема. Предыдущие соображения, высказанные мною, я думаю, содержат достаточные возражения против справедливости такого

общего положения. Однако для устранения недоразумений может быть небесполезно будет остановиться на рассмотрении этого возражения.

Мне кажется, что предыдущие возражения нельзя применять без достаточных причин к каждому частному случаю. Строго говоря, мы не можем найти двух даже близких между собой местностей, которые бы по климату были абсолютно одинаковы. Нет сомнения, что в различных явлениях, зависящих от климата, между такими даже очень близкими местностями есть широкое различие, но оно настолько незначительно, что для наших теперешних средств наблюдения совсем незаметно; сама разница в климате в таких случаях обыкновенно так не велика, что мы не знаем, в чем она заключается. Это приводит к тому, что мы, зная a priori о существовании климатических различий, тем не менее говорим, что действия их в данном случае нет; этот вывод означает, в сущности, что (как сказано выше) действия эти для нас не заметны.

В таком же положении мы находимся и по отношению к вопросу о влиянии климата на образование чернозема. Перед нами явление, зависящее от множества причин; желая знать, насколько сильно в числе этих причин влиял климат, мы должны выделить это влияние, но встречаемся при этом с непреодолимыми пока затруднениями: мы находим черноземные местности с весьма сильными различиями в климате и находим бóльшее сходство в климатическом отношении между некоторыми черноземными и нечерноземными местностями. Климат черноземных уездов Нижегородской губ., несомненно, более сходен с московским, чем с климатом Екатеринославля, Екатеринодара и т. п.; между тем, в Нижегородской губ. и в Екатеринославле чернозем, а вокруг Москвы его нет. Громадный ряд таких сходств и различий, я думаю, показывает нам, что влияние климата в данном процессе (в образовании чернозема), если оно есть, так не велико, что мы не в состоянии его заметить.

Переменяя прием исследования вопроса, мы можем обратиться к сравнению различных черноземных местностей между

собой с целью проследить, не будет ли заметно совпадение между известными климатическими особенностями разных мест и между богатством черноземных почв органическими веществами в этих местах. Но и этот прием ничему не помогает. Мы находим (как видно будет из фактов, сообщенных ниже, в главе IX), что в одной и той же местности разница в содержании перегноя в разных почвах бывает довольно значительна; бывают случаи, когда возле границы черноземной мы сразу находим почвы, весьма богатые перегноем, как, например, в Нижегородской губернии; * этого не могло бы быть, если бы климат имел сильное влияние на накопление в почве перегноя. Наконец, в местностях с весьма различным климатом мы находим почвы, одинаково богатые перегноем, например в Тульской, Екатеринославской губ., в Прикавказье и т. д., и это опять приводит нас к тому же заключению — мы не можем заметить влияния климата.

После этих разъяснений, я думаю, мой вывод относительно того, что климат не мог оказывать существенного влияния на образование чернозема, не может возбудить недоразумений.

---

* Докучаев, когда анализы показали большое содержание перегноя в некоторых нижегородских почвах, объяснил это явление тем, что нижегородские почвы образовались на наносной глине, богатой органическими веществами. Я, однако, не могу согласиться и с этим объяснением на основании фактов, сообщенных самим же г. Докучаевым. Он, например, везде приводит данные насчет глубины нижегородских почв, и эти данные нигде существенно не разнятся от тех, где чернозем образовался в первоначальной почве, бедной органическими веществами. Если взять нижегородскую почву с 14% перегноя и принять, что 7% этого вещества накопились в ней на месте, а 7% содержались в ней первоначально, то мы не могли бы по цвету отделить здесь подпочву от почвы и имели бы черный слой такой глубины, до какой доходит слой наносной глины, богатой органическими веществами. К сожалению, у г. Докучаева не приведено анализов подпочвы, из которых бы можно было видеть, насколько была богата перегноем первоначально нанесенная сюда почва и насколько обогатилась органическими веществами почва уже на месте, вследствие произрастания растений.



ГЛАВА VII

ПРИЧИНЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ ПО ПРЕИМУЩЕСТВУ ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЧЕРНОЗЕМНОЙ ОБЛАСТИ

Предмет настоящей главы представил бы, вероятно, значительные затруднения и для специалиста по растительной географии; тем более он кажется трудным для меня, и если я все-таки хочу сказать о нем несколько слов, то делаю это с той целью, чтобы указать только на некоторые факты, по моему мнению, весьма важные для решения этого вопроса, но, как кажется, до сих пор не обращавшие на себя достаточного внимания.

Некоторые ученые без дальнейших рассмотрений решают вопрос, который мы хотим рассмотреть в настоящей главе, весьма просто. Если все рассуждения таких лиц освободить от разных оговорок и т. п., то они получат вид следующего силлогизма: климат оказывает, несомненно, сильное влияние на распределение растений; в черноземной полосе мы находим другие растительные формации, чем в других местностях, а потому характер растительности черноземной полосы обусловливается климатом.

Это не представляет ничего удивительного, если принять в расчет, что свойства почвы и их влияние на характер растительности не отдельных только небольших клочков земли,

но целых обширных областей до сих пор, сколько мне известно, не подвергались серьезному изучению. Затем, конкуренция между различными растениями и ее результаты при разнообразных условиях едва только начинают серьезно изучаться, и пока относительно всего этого имеются немногие точно обследованные факты. Понятно поэтому, что при разных случаях, имея перед собой только один, несомненно важный и в некоторых отношениях хорошо исследованный фактор — климат, всё приписывали ему за неимением ничего другого, что можно поставить на его место даже и там, где прибегать к климату не следовало бы без предварительных доказательств, что никаких иных причин, кроме климатических, для данного явления не было.[47]

Известное сочинение Гризебаха * могло бы служить пособием и нам при решении того важного вопроса, который нас занимает, если бы оно, несмотря на удивляющую нас ученость автора, в самом заглавии своем не представляло серьезной ошибки, указанной, хотя и в мягких выражениях, русским переводчиком книги проф. Бекетовым.[48] Главное достоинство сочинения, по мнению г. Бекетова, состоит в том, что «это есть растительная топография земного шара. Распределение характерных растительных форм и масс, так же как характерных растений, представлено им (Гризебахом) мастерски и с такой полнотой, с какой до него не представлял и приблизительно ни один автор общего сочинения». В книге Гризебаха «всего ценнее не климатические соображения, а именно топография растений, так как, хотя главные черты климата не извращены, но недостаток данных вовлекает Гризебаха нередко в теоретические соображения, не всегда дающие верные результаты». Иначе, прибавим мы, и быть не могло, потому что рассматривать распределение растений в соответствии с одним только климатом представляется нам решительно невозможным.

* «Растительность земного шара согласно климатическому ее распределению».

Прежде чем определить, что существование известной растительности в данном месте обусловливается климатом, нужно доказать, что другие причины не могли иметь влияния (а таких причин может быть очень много). В этом отношении мы можем вполне руководствоваться мнениями автора, издавшего сочинение, заслуживающее, по моему мнению, особенного внимания с нашей стороны, именно мнениями Энглера.[49] В его книге* в самом начале мы находим ряд положений, заключающих те требования, какие необходимо выполнять для получения истинного понятия о том, почему в данном месте мы находим такой, а не иной характер растительности. Из этих положений мы выпишем здесь следующие:

«1. Современное распространение растений обусловливается не одними только господствующими в настоящее время почвенными и климатическими условиями.

«2. Истинное понятие о распространении растений только тогда возможно, когда стремятся исследовать постепенное развитие его.

«4. Необходимо обращать внимание на те условия распространения, которые господствовали в прежние геологические периоды, и принимать во внимание условия сродства вымерших форм с существующими еще теперь.

«8. Формы, составляющие особую группу, распространяются постепенно, насколько допускают это почвенные условия, климатические условия и конкуренция других растений».

Спрашивается, выполнены ли эти требования по отношению к черноземной области хотя бы только в общих чертах? Если они не выполнены, то какую возможность имеем мы говорить, что главным образом климат обусловливает существование черноземной растительности?

По отношению к черноземной области мне кажутся совершенно справедливыми следующие слова из известного учеб-

* Versuch einer Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt. 1879, I Teil, S. IX.

ника климатологии Лоренца и Роте. Указавши на то, что полоса приблизительно между 45 и 65° северной широты на восточном материке отнесена Гризебахом к одной ботанико-географической области (лесная область восточного материка), и указавши затем на то, что в этой полосе находятся и Бордо и Якутск — два места, различные по климату, — Лоренц и Роте говорят:

«Из-за того, что эти две столь различные станции находятся в одной и той же растительной области, выделенной вполне основательно с ботанико-географической точки зрения, должны ли мы и в качестве климатологии принять, что они принадлежат к одной и той же климатической области? Этого не думают и ботанико-географы, а тем менее можем признать это мы. Скорее всего мы должны утверждать, что если между Бордо и Якутском распространены одинаковые роды деревьев, то это доказывает только, что пределы климатических потребностей у многих растений чрезвычайно широки и что существующие на самом деле климатические различия для этих растений не существенны, а никак не то, что в климате этой лесной области не замечается существенных различий. . .». С другой стороны, по словам авторов, мы никак не должны делать и обратных заключений такого рода: «Так как характер растительности, например, двух горных кряжей или двух равнин различен, то они должны иметь и различный климат и должны считаться особенными климатическими областями», потому что распространение растений зависит не от одного только климата.

Нечто подобное можно, по моему мнению, сказать и относительно черноземной полосы: от крайнего юго-запада России до северных частей Оренбургской губ. мы имеем на возвышенных нетронутых местах в сущности одну растительную формацию, представителем которой можем считать ковыль (Stipa), и во всяком случае должны признать замечательное однообразие ее в этом отношении. Не забудем при этом, что та же растительная формация заходит до Кавказа. Спрашивается,

должны ли мы признать главной причиной этого однообразия растительности почву или же климат, или же прежние условия географического распределения растительности? Едва ли кто решится утверждать, что из всех этих трех факторов только климат обусловливает особенности растительных формаций чернозема.

Попытаемся остановиться сперва на рассмотрении почвенных условий. Даже эти условия представляются во многих отношениях чрезвычайно сложными. В некоторых случаях мы на определенной почве находим одни растения, а на другой — иные. Это не значит еще, что одна из этих почв наиболее благоприятна для одних, а другая — для других растений. Очень часто определенные растения поселяются на известной почве не потому, что она для них особенно благоприятна, но только потому, что почва эта неблагоприятна для других растений, и такого рода случаи бывают гораздо чаще, чем можно подумать, не наблюдая фактов. Если взять для примера наиболее распространенное растение черноземной полосы — ковыль, то оно повсюду растет на плотных степных возвышенных почвах, по моему мнению, потому только, что почвы эти неблагоприятны для других растений. Если кому случится наблюдать рост ковыля на мягких, недавно распаханных почвах, тот, наверно, будет поражен особенно роскошным развитием его на таких местах. Но он, несмотря на большую пригодность для него мягкой почвы, встречается на распаханных почвах только при исключительных условиях, потому что не может выдержать борьбы с другими растениями. Точно так же во многих случаях на известковых обнажениях мы находим только известные растения (между ними много мотыльковых); при многократных наблюдениях над такими растениями я имел случай убедиться в том, что растения эти поселяются на известковых обнажениях совсем не потому, что малоплодородный сухой известняк или мел для них особенно благоприятны, а потому единственно, что они еще могут выносить такую почву, тогда как другие растения совсем не могут

жить на ней и предоставляют в пользование тех, известковых растений. Эти же известковые растения, случайно попавши на чернозем, развиваются на нем несравненно роскошнее, чем на известняке; но существование их здесь не прочно, и они скоро вытесняются другими растениями.

В сельскохозяйственной практике пример такого рода представляет эспарцет (Onobrychis sativa). Он особенно долго держится на бедных известковых почвах и считается растением, особенно любящим известь; но, в сущности, он любит почвы более плодородные и охотно пользовался бы ими, если бы только допускалось это другими растениями. При уходе за ним, состоящем в истреблении других растений, он долго держится и на других почвах и в первые годы дает урожаи больше, чем на почвах известковых, но держится на последних долее потому, что здесь нет конкуренции со стороны злаков, особенно скоро вытесняющих его.

Во всей обширной литературе, касающейся вопроса о влиянии качеств почвы на распределение растений, я не мог найти примеров применения высказанного мною простого принципа; поэтому, например, разделение растений на растения, ищущие известь и избегающие ее, не имеет, по моему мнению, во многих случаях никаких оснований, потому что не было испытано, не могут ли так называемые ищущие известь растения еще лучше жить без нее, если только они будут избавлены от борьбы с другими растениями.*

Для того чтобы изменить растительность в черноземной полосе на значительных пространствах, достаточно одного разрыхления почвы без всякого изменения ее химических свойств. Перепаханная степная земля, ничем не засеянная, сама собой покрывается иногда на другой же год, а иногда

* Считаю необходимым оговориться, что сказанное не отрицает особенного предпочтения некоторыми растениями таких почв, которые негодны для других растений. Имеющиеся примеры этого слишком резки. Я хочу сказать только, что во многих случаях результаты конкуренции приписываются совсем не истинной причине их.

года через два-три пыреем (Triticum repens) или безостым костром (Bromus inermis), или же чаполочью (Hierochloa borealis), или же бурьянами, но злаками чаще. В таких случаях растительность изменяется во всем, подобно тому, что происходит на землях, несколько лет паханных и потом оставленных в залежь, за исключением того, что на залежах чаще являются сперва бурьяны; очевидно, растительность залежей появляется на них совсем не потому, что почва истощена урожаями, а потому только, что из плотной она превращена в мягкую, а на такой земле ковыль, как я уже сказал, не разрастается только потому, что не может выдержать борьбу с другими растениями, хотя и для него мягкая земля лучше плотной.

Признавая несомненными случаи изменения растительности на данном пространстве в силу конкуренции одних растений с другими, мы не должны, однако, предполагать, что при борьбе двух, трех или большего числа растений со временем непременно одно из них возьмет перевес над другими. Могут быть такого рода случаи, когда несколько растений одинаково приспособлены к известным свойствам почвы, и в таком случае бывает так, что какое-либо растение занимает известное пространство в силу того только, что оно поселилось здесь почему-либо раньше других. В этом отношении мое внимание в особенности привлекали пять растений: два вида ковыля (Stipa pennata и S. capillata), типец (Festuca ovina), тонконог (Koeleria cristata) и дереза или чилига (Caragana frutescens). Все эти растения суть обитатели степей на всем пространстве черноземной полосы; иногда они являются смешанными между собою, но иногда отделяются одно от другого, и тогда каждое из них занимает обширные пространства. Названные четыре злака очень хорошо известны степным хозяевам и появляются всегда на залежах только после значительного уплотнения их; но во многих местах относительно порядка их появления существуют противоречивые указания: одни говорят, что типец появляется раньше,

а потом уже ковыль; но встречаются и противоречащие этому отзывы, — говорят, что ковыль является раньше типца. Наблюдая в 1881 г. растительность залежей в Воронежской и Харьковской губ., я пришел к тому заключению, что типец является раньше ковыля. Но потом, распространивши свои наблюдения (там же и в восточной России — в губерниях Уфимской и Оренбургской и в областях Тургайской и Уральской), я пришел к тому заключению, что все названные злаки не предшествуют друг другу и что если где-либо поселится один из них, то он удерживает свое место, не уступая его другим. Поэтому хозяева, видя на степях появление типца и зная, что на залежах растет и ковыль, думают, что ковыль явится потом; у кого на залежи первым из степных злаков явился ковыль, тот, зная, что на подобных местах растет и типец, полагает, что типец явится после. Но так как на залежах растительность сменяется в продолжительные сроки, то обыкновенно тому же хозяину никогда не удается видеть на том же месте ковыль после типца или обратное явление. Между тем сравнение между собой разных залежей, лежащих между степными местами, различающимися по количеству названных злаков, показывает, что на залежах поселяются обыкновенно такие злаки, которых больше в окружающей степи, или же такие, расселение которых на залежи может совершиться с большой легкостью. Случается при этом видеть такие места, где пахота врезывалась углом в степь. Несмотря на то, что пахота оставлена лет 35—50 тому назад, и теперь еще можно видеть границу бывшей пашни, потому что она заросла другим злаком, чем рядом лежащая степь, и не заметно ни малейших признаков того, чтобы, очевидно, росший здесь до пахоты злак снова поселился на своем прежнем месте. У всех этих злаков листья и корни одинаковы, и следовательно нет причины, почему бы один из них вытеснялся другим.

В тех случаях, когда растет сплошными площадями Caragara frutescens, после распахивания таких мест (на них феноменально хорошо растет просо), если только пахота продол-

жалась несколько лет, кустарник этот исчезает, а так как семена его не столь удобно переносятся, как семена злаков, то обыкновенно чилига пахотой истребляется окончательно. Но если некоторые кусты ее останутся живы, то злаки уже не могут ее вытеснить.

По отношению к тем результатам, какие достигаются конкуренцией между разными растениями, чрезвычайно важную роль играет вообще плодородие почвы, какими бы причинами оно ни обусловливалось — достаточным ли количеством воды, содержанием ли других питательных веществ или же благоприятной структурой почвы. Везде на плодородной почве (по сравнению с почвами среднего плодородия) мы находим не большее число растительных видов, как можно было бы ожидать с первого взгляда, а напротив, всегда меньшее. Правило это можно подтвердить множеством примеров и, кроме того, в его пользу можно привести общие теоретические соображения.

На почвах среднего достоинства можно встретить всегда большее число видов, и, наконец, на почве мало плодородной мы опять встречаем уменьшение числа растительных форм.

При этом само собой разумеется, что все сказанное относится к почвам обыкновенным, не страдающим ни от избытка воды, ни от вредного избытка каких-либо других веществ, и к нашему климату.

Если почвы такого рода будут очень плодородны, так что каждое попавшее на них растение в состоянии развиться наилучшим образом, то из травянистых растений немногие окажутся такими, с которыми могли бы выдержать борьбу другие травянистые растения; если почва богата во всех отношениях, то в большинстве случаев преобладающими растениями являются некоторые виды злаков; по крайней мере, это было во всех случаях, какие приходилось наблюдать мне. Стоит принять в расчет все более низменные места в черноземной области, чтобы убедиться в том, что указанное правило оказывается верным для большого числа случаев; я, например,

видел это везде по течению Урала, в пространстве между Уралом и Волгой, по течению Белой, на самой Волге, на Дону и некоторых его притоках, в губерниях Полтавской, Киевской, Черниговской,* Екатеринославской и Таврической. Во многих этих местностях можно найти множество понижений почвы, причем почва по всем своим свойствам, очевидно, однородна с почвами местностей высоких, и всегда низменные места оказываются занятыми исключительно каким-нибудь одним растением или двумя-тремя видами, причем других растений оказывается поразительно мало, по сравнению с местами более сухими, а потому и менее благоприятными для роста растений.

На местах среднего достоинства растения, оказывающиеся наиболее могучими в борьбе с другими при наибольшем своем развитии, не могут, однако, достигать такого развития и потому не могут обнаруживать таких сил в борьбе с другими растениями; по этой причине является возможным совместное с ними существование других растений, которые при лучших условиях на данном месте не могли бы держаться. Наконец, если почва уже очень плоха, то на ней уживаются только некоторые растения, хотя и несильные в борьбе с другими на благоприятных местах, но неприхотливые, способные довольствоваться скудной обстановкой.

Я думаю, что высказываемые мною мнения не находятся в противоречии с общими принципами борьбы за существование; я убежден, напротив, что внимательное изучение результатов этой борьбы подтвердит сказанное мною. Мысли эти возникли у меня при изучении известных опытов Лооза и Гильберта [50] над удобрением постоянных лугов, причем число растительных видов, бывшее до удобрения и оставшееся таким же на неудобренных участках, было равно 42. На участках, получавших полное удобрение, число видов сократилось

* Я говорю здесь не про заливные луга, а только про не заливаемые водой понижения почвы, встречающиеся невдалеке от рек чаще, чем в других местах.

до 20, и вообще число видов было тем меньше, чем лучше удобрялась почва. Руководствуясь этими опытами, как уже сказано выше, я старался повсюду, где только бывал, проверять результаты этих опытов при условиях естественных, где борьба происходит вне участия человека или при его участии. Вышеуказанные результаты известны всем, кто занимался исследованиями луговой флоры; но то же самое наблюдается и при изучении запущенных в залежь пашен. Обыкновенно на таких местах в первые два-три года растительность самая разнообразная. Но со временем, когда результаты борьбы между разными растениями успеют обнаружиться, растительность делается замечательно однообразной: на целые версты виден только пырей, или костер, или же иногда и другие растения. Затем, когда почва начнет уже уплотняться, на ней опять появляется и другая растительность, и, наконец, место получает вполне характер степи с ее многочисленностью разных видов.

Итак, следовательно, помимо каких-либо исключительных особенностей, одно плодородие почвы может быть причиной отсутствия на ней многих растений и присутствия только определенных. Первоначальное заселение местности какими-либо растениями в свою очередь может быть причиной определенной, а не какой-либо иной растительности. Не надо забывать при этом, что сами поселившиеся растения представят собою еще новое условие, так как они будут допускать совместное с собою существование только определенных растений; таким образом, одни указанные обстоятельства могут быть причиной определенного характера флоры обширных местностей.

Обращаясь к рассмотрению черноземной флоры на всем ее протяжении, мы выпишем сперва несколько наблюдений по этому предмету, пропуская общеизвестные указания Рупрехта. В сообщениях гг. Краснова [51] и Аггеенко* [52] о резуль-

---

* Труды СПб. общества естествоиспытателей, т. XIV.

татах их исследований флоры Нижегородской губ. мы находим несколько весьма ценных указаний по этому предмету. В особенности ценны для нас некоторые заключения г. Краснова, так как он, кроме замеченных им самим фактов, воспользовался результатами и других исследований.

«Сопоставляя в заключение данные о флорах Пермской и Тульской губ. с теми, которые были собраны в губернии Нижегородской, г. Краснов замечает, что границы так называемых черноземных растений падают с северо-востока на юго-запад, идя параллельно границе чернозема, часто не совпадая с нею, но идя то севернее, то южнее ее. С юго-востока на северо-запад постепенно убывает число этих форм, параллельно тому, как изменяется климат из сухого и континентального в умеренный и сырой.

«Ввиду приведенных фактов безразличного отношения черноземных растений к почве и такого совпадения с изменениями климата, г. Краснов пришел к заключению, что и по отношению к черноземным растениям климат нужно считать главным фактором в деле распределения растений по земной поверхности, что они не составляют исключения из общего закона, данного Де-Кандолем».

Мне кажется, однако, что по отношению к этим растениям указанный общий закон, справедливый для земли вообще, претерпевает исключение. Раньше в своем сообщении г. Краснов говорит:

«Весьма многие из черноземных форм, каковы Stipa pennata, Phlomis tuberosa, Scorzonera purpurea, Coronilla varia и др. *идут даже далеко за границу чернозема. Они были прослежены на 150 верст к северу от этой границы*». Вероятно, столь же удивительным показалось бы нахождение этих растений столь далеко к северу от границы чернозема и в других местах. Но не представляется ли, напротив, более удивительным тот факт, что ковыль и другие черноземные растения, произрастая в известном месте массáми, не заходят еще дальше. Едва ли в растительной географии можно привести пример

такого рода, что какое-либо растение, занимая в определенном месте сплошь сотни и тысячи десятин, за 150 верст к северу от этого встречается уже как замечательная редкость, потому что на этих 150 верстах климат резко изменился; в особенности это поразительно для такой равнины, как Россия. Повсюду, начиная от Архангельска до губерний Пермской, Нижегородской, Рязанской, Тульской и пр., мы на возвышенных лугах и вообще на всех местах, пригодных для возделывания, находим в сущности однообразную растительную формацию, и затем проходит с северо-востока на юго-запад сравнительно неширокая полоса, на которой растительность сразу меняется, чтобы потом снова на сотни верст к югу сделаться опять однообразной. При этом, кроме того, существует убеждение, что свойства почвы тут не при чем, что черноземные растения уживаются на всяких почвах, даже на песчаных. Все это притом совершается на чрезвычайно обширной равнине, где резких изменений климата ожидать невозможно, по крайней мере столь резких, которые бы соответствовали быстроте изменения растительных формаций.

В этом отношении весьма замечателен, по моему мнению, тот факт, что на пространстве от Нижнего Новгорода до Орла Ока представляет приблизительную границу чернозема; только в верхнем течении Оки чернозем переходит на левый ее берег, но везде приближен к правому ее берегу. Неужели течение Оки может оказывать такое магическое влияние на климат, что производится изменение в нем, влияющее на быстрое появление иных растительных формаций? По моему мнению, достаточно течения Волги от Нижнего до Казани и течения Оки от Орла до Нижнего, чтобы убедиться в том, что распространение известных растительных формаций определялось здесь не климатом, а какими-либо другими причинами.

В новейшее время, к сожалению, нашими ботаниками (насколько это мне известно) не сделано никаких попыток к объяснению того, откуда могла взяться наша степная флора. Исследования Блитта над норвежской флорой привели его,

как известно, к заключению, что в Норвегии существуют представители 6 различных флор, приходивших в Норвегию в различные периоды, то влажные, то более сухие. В настоящее время представители этих флор остались на тех почвах, которые, по своему положению и влажности, наиболее соответствуют их потребностям. Распределение этих растений теперь определяется, следовательно, условиями распространения их в прежнее время и почвенными условиями настоящего времени.

Аналогичные с этим явления мы находим и у нас по отношению к степным растениям.

В цитированном нами сообщении г. Краснова, между прочим, указано:

«Черноземные степные травы водятся только на местах, недоступных культуре, по большей части на незапахиваемых крутых склонах. Сухость и теплота почвы, повидимому, главные условия их произрастания, так как все встреченные формы, из коих многие, как, например, Linum flavum, Centaurea ruthenica, Coronilla varia, Stipa и др., считались г. Рупрехтом за указателей чернозема, никогда не встречаются на влажном черноземе, но преобладают там, где почва наиболее сухая и теплая, хотя бы это был и не чернозем, а мергель, глина или известняк, не содержащий и 2 процентов гумуса». Замечательно, что если мы спустимся далеко на юг, например в Харьковскую губ., Полтавскую, Екатеринославскую, то и там не найдем этих растений на влажном черноземе, хотя он, вероятно, теплее нижегородского сухого мергеля; но эти растения и там, как в Нижегородской губ., растут только на местах сухих; мне кажется, относительно влияния теплоты на распределение этих растений вообще говорить невозможно, так как мы встречаем их далеко на севере и притом на местах ровных, а не только на пригреваемых солнечными лучами склонах; но везде они растут только на сухих местах. На северных склонах мы потому иногда не находим их, что северные склоны обыкновенно влажнее южных, так что степные

растения вытесняются здесь луговыми, так же как они вытесняются луговыми и на юге с мест влажных. Раньше, без сомнения, и в Нижегородской губ. черноземную флору можно было встретить и на ровных, но сухих местах.

Факт этот, т. е. нахождение черноземных растений только на высоких местах, подтверждается всеми наблюдателями.

В том же XIV томе Трудов СПб. общества естествоиспытателей находится «Очерк растительных формаций степной юго-восточной части Тамбовской губернии» г. Литвинова;[53] этот очерк начинается так: «Все *возвышенные*, большей частью ровные черноземные участки почвы, лишенные лесной растительности, если они не вспаханы или представляют старые залежи, несут обыкновенно совершенно особую растительность», именно степную, как указывает дальше г. Литвинов, и вообще распространение степных растений только на сухих местах составляет общеизвестный факт; наблюдая степную флору в Уфимской губ. и в северных частях Оренбургской, наверное никто, напротив, не скажет, чтобы степные растения поселялись преимущественно на особенно теплых местах.

Таким образом, если принять во внимание, что ковыльные степи были прежде на всем пространстве нашей черноземной полосы и находятся также и теперь в Венгрии и что на всем этом пространстве ковыль и типец занимали и занимают только возвышенные и вообще сухие места, то из этого, мне кажется, необходимо заключить, что по крайней мере один климатический фактор — температура — должен быть исключен из числа причин, определявших распространение степной растительной формации черноземной области. Это доказывается не только тем, что ковыль на ровных местах растет сплошь при средней температуре растительного периода от 10.5 до почти 20°, но и тем также, что, доходя до местностей со средней температурой растительного периода в 11—12°, ковыль и вообще степная формация сразу обрывается на протяжении в иных местах всего нескольких десятков верст; в других местах при той же и даже еще низшей средней темпера-

туре растительного периода ковыль, однако, растет прекрасно, и притом не только на склонах, но и на ровных местах. Далее, так как повсюду в черноземной области на местах низменных и вообще более влажных мы встречаем не степную, а луговую растительную формацию, то этот факт служит другим подтверждением, что только влажность почвы определяет распространение степной формации.

Распахивание степей, т. е. разрыхление чернозема, вследствие чего вода, как весной из снегов, так и дождевая, проникает в почву гораздо легче, сразу уничтожает степную растительность, и если бы даже распаханное место лежало среди степей, где на него может наноситься масса семян степных злаков, то все-таки степные злаки на таком месте не поселяются в течение долгого ряда лет вследствие конкуренции других растений, которую степные злаки на рыхлой и более влажной почве не могут выносить.*

Относительно некоторых причин сухости почвы черноземной полосы мы уже в предыдущей главе привели мнение проф. Иностранцева (с которым, я полагаю, нельзя не согласиться), что сухость почвы может обусловливаться не климатом, а рельефом местности. В черноземной полосе то же самое происходит от малой проницаемости степной почвы для воды.

В доказательство важности последней причины можно привести еще некоторые соображения и факты, показывающие, что в среднем выводе количество влажности в черноземной области может считаться достаточным для всяких вообще растений, обыкновенных по своим потребностям к воде, т. е. не требующим чрезмерного количества ее. Нам, однако, полезнее рассмотреть другой предмет. Так как чернозем может, как показывают факты, образоваться и под луговой и под

* По исследованиям г. Измаильского,[54] близ Одессы в распаханной почве весной было до 20% воды, тогда как в степной менее 7%. Последнее определение было проверено г. Измаильским, так как результат показался ему сперва невероятным.

степной растительностью, но не образуется в лесах, то в вопросе, какой занимает нас в настоящее время, главная сущность дела заключается в решении того, почему в черноземной полосе на всех тех пространствах, которые теперь заняты черноземом, издавна не было лесов. В прежнее, сравнительно недавнее время почти всеобщее убеждение было таково, что климат черноземных местностей причиною этого. Во многих местах можно даже найти такое определение понятия о степи (со включением русских черноземных степей), что будто бы степь — это есть местность, где недостаток влажности не допускает существования лесной растительности.

В настоящее время получают господство более правильные понятия об этом предмете. Весьма ценные замечания мы находим, например, в книге г. Воейкова.*

«Нужно обратить внимание на распределение лесов и степей, — говорит он. — Вопрос о причинах этого явления — один из спорных в науке. . . Иные настаивают на том, что это зависит исключительно или почти исключительно от климата, что лесные деревья, испаряя много влаги, требуют и большого количества атмосферных осадков и что особенно деревья с опадающими листьями требуют правильных и обильных осадков в растительный период, т. е. в средних и высших широтах летом. По их мнению, леса прекращаются там, где падает слишком мало дождя летом; такие условия они считают пригодными лишь для степной растительности. . .».

Далее, указавши на некоторые заблуждения Гризебаха, г. Воейков продолжает: «Причина подобного заблуждения автора понятна: сначала явилось мнение об исключительно климатических условиях лесной и степной растительности, а затем уже приходилось подгонять факты ботанической географии под излюбленную теорию. . . Я не думаю отрицать того, что существование лесов невозможно, когда влаги

---

* Климаты земного шара, в особенности России. А. И. Воейков СПб., 1884, стр. 303 и далее.

становится недостаточно, — говорит г. Воейков далее (на стр. 306), — не отрицаю и того, что очень обширные страны земного шара по своему климату недоступны для лесов, но доказываю лишь, что необходимое для них количество влаги далеко не так велико, как обыкновенно полагают. *Я думаю даже, что где существует роскошная степная растительность из злаков, бобовых и т. д., там влаги достаточно и для лесов*».

По моему мнению, едва ли может быть сказано что-либо более справедливое по отношению к этому вопросу.

Лет 30—40 назад убеждение в невозможности развести лес на черноземе господствовало и у лесничих, и вследствие этого на лесоразведение требовались громадные суммы, потому что прилагались особенные, по необходимости дорогие, меры для обеспечения растений необходимой влагой. В настоящее время, к счастью, убеждение в трудности развести лес на степи осталось только у лиц, незнакомых с лесоразведением; лесничие и хозяева, занимавшиеся этим делом, и вообще все, так или иначе знакомые с ним, знают, что по мере ознакомления со степным лесоразведением приемы его все более и более упрощались и что теперь при разведении лесов применяются средства самые простые, состоящие только в устранении конкуренции диких травянистых растений с посаженными деревцами в первые годы жизни их.

Замечательно, что в некоторых местах леса сами собой возникли на черноземе; факты нахождения лесов на черноземе указаны уже г. Докучаевым,* и летом 1884 г. я сам видел такие леса недалеко от Уфы; на такие же леса в южной части Уфимской губ. указано мне г. Шафрановым. В том месте, где подобные леса видел я, появление их не представляет ничего удивительного, потому что невдалеке имеются леса, несомненно, существующие издавна, растущие не на черноземе. Напротив, в примере г. Шафранова семена должны быть при-

---

Русский чернозем.

несены издалека, и г. Шафранов полагает, что они могут переноситься действительно на далекие расстояния по снегу с метелями, что иногда им и наблюдалось. Несомненно, что таким способом семена могут легче переноситься в короткие сроки на значительные расстояния, чем по траве, и затем во время оттепелей они прикрепляются к месту и остаются на нем или же заносятся в углубления и останавливаются в них. Существование лесков в балках во многих черноземных местностях, может быть, обязано своим существованием такому переносу семян.

Что леса, про которые я говорю, возникли на черноземе и притом в недавнее время, это доказывается, как думает г. Шафранов, их возрастом — старейшие деревья в них 50 лет; отсутствием малейших следов существования вырубок в прежнее время и отсутствием каких бы то ни было следов прежнего леса вокруг них; для меня лично столь же убедительным доказательством отсутствия здесь леса в прежнее время кажется присутствие под этими лесами чернозема, во всех отношениях подобного тому, который находится в окружающих лес степях. Нужно прибавить, что леса, виденные мною, находятся совсем не на низменных местах, а покрывают безразлично как низкие места, так и высокие. Леса эти исключительно лиственные.

Леса, сами собой появившиеся на черноземе, до сих пор, сколько мне известно, не подвергались точному и подробному исследованию, которым определялся бы прирост древесной массы и другие явления, указывающие на то, до какой степени удовлетворительны условия существования таких лесов. Но, кроме того, у нас есть леса, разведенные искусственно; места для их разведения нарочно выбраны на высокой степи, и следовательно, по общепринятому мнению, условия существования леса наименее благоприятны. Исследование роста леса при подобных обстоятельствах представляет особенный интерес для выяснения вопроса о том, насколько климат черноземной области может мешать произрастанию леса. Выслу-

шаем отзыв об этом лица, компетентность которого едва ли может быть заподозрена, — профессора Турского.* [55]

«Надо быть там на месте, — говорит он, — надо видеть собственными глазами Великоанадольский лес, чтобы понять все величие дела степного лесоразведения, составляющего нашу гордость. Никакими словами нельзя описать того удовлетворяющего чувства, какое вызывает этот лесной оазис среди необъятной степи на посетителя. Это действительно наша гордость, потому что в Западной Европе ничего подобного вы не встретите. Культуры последних лет производят впечатление громадных, но изящных полей, на бархатисто-черной поверхности которых зеленеют ряды саженцев. Необыкновенно быстрый рост молодняков, сомкнувшихся уже или смыкающихся, заставляет удивляться той производительности степной почвы, которая так наглядно обнаруживается в роскошном развитии ясеня и береста, пород весьма требовательных к почве. Обозревая самые старшие участки, на вид совершенно здоровые, тенистые, прохладные, с полными свежими стволами и т. д. . .». Нужно заметить, что это говорит человек, видавший рост леса во многих местностях России и за границей.

«В 25—30-летнем возрасте леса, — говорится далее, — обильные всходы кленов, ильмов и отчасти ясеня и корневые отпрыски береста наводят нас на мысль, что лес здесь у себя дома, что он обеспечивает себе долговечное существование образованием нового молодого поколения. Весь этот подрост к 40-летнему возрасту смешанного насаждения образует местами подлесок в полроста человека, так что затрудняет иногда движение. При эксплоатации таких насаждений, при вырубке их, очевидно исключается всякая необходимость в заботах о возобновлении. После вырубки сразу получается густой молодняк; *характер степи исчезает здесь бесследно*».

Что касается приемов степного лесоразведения, то, как я уже сказал, они теперь значительно упрощены по сравне-

* Из поездки в некоторые леса средней и южной России. Лесной журнал, 1884, № 5 и 6.

нию с прежним временем, когда даже горячие приверженцы лесоразведения в степях приступали к делу со страхом. В Миусском лесничестве, где приемы доведены до наибольшей простоты, работы по разведению леса (по сведениям, собранным г. Турским) состоят в следующем:

	За десятину	
Распашка и боронование	10 р.	— к.
Посадка	7	—
Оправка осенних посадок весной	—	50
Очистка (травы) в 1-й год (5 раз)	12	70
» » во 2-й » (3 раза)	11	72
» » в 3-й » (2 »)	6	80
Всего	48 р.	72 к.

На четвертом году молодые деревца смыкаются вершинами, и тогда им уже не страшна более конкуренция диких растений; существование леса на данном месте является обеспеченным навсегда.

К счастью, я сам имел возможность видеть летом этого года Великоанадольское и Бердянское лесничества, что для меня, ввиду вопроса, рассматриваемого в настоящей главе, представляло величайший интерес. Наблюдения мои тем более были интересны для меня, что настоящее лето представляло даже для тамошних сухих и жарких (летом) местностей исключение по отсутствию дождей почти до июля и в особенности по высокой постоянно температуре. Травяная растительность найдена мною почти вся высохшей, за исключением немногих крупных растений, имеющих глубокие корни (Althea, Cirsium, Onopordon, Carduus, Centaurea). Степи были буквально выжжены солнцем и представляли только жалкие остатки желтых сухих стеблей; при прохождении скота (которому после ходьбы на пастбищах, вследствие полного отсутствия на них корма, необходимо было давать прошлогоднюю солому) с них поднимались густые облака пыли. Замечательно, что даже в такое лето я везде находил деревья совершенно свежими и зелеными, как в естественных лесах (близ Курска и Белгорода),

так и в искусственных насаждениях вдоль железных дорог и в обоих упомянутых казенных лесничествах: ни одно дерево (кроме заглушаемых сорными травами) нисколько не пострадало, начиная с посадок весны этого года и кончая самыми старыми насаждениями. Между тем за Курском и близ Белгорода лес растет или на песке, или на мелу — почвах, отличающихся сухостью сравнительно с черноземом.

Все это указывает, что древесная растительность может переносить сильные и продолжительные засухи несравненно лучше травянистой растительности.

Исследования посадок настоящего года указали мне тотчас же и причину этого. Посадки обыкновенно производятся на глубину 4 вершков; лето настоящего года было так сухо, что посаженные деревца хоть совсем почти не выросли в течение трех месяцев, но и не засохли, а остались совершенно свежими. Раскапывание земли около них показало мне, что вся жизнедеятельность молодых деревцов направлена была к образованию обильных и глубоких корней. Раскапывая землю до глубины аршина и несколько глубже, я находил, что ясени, дубки, берест и вяз пустили корни в плотную, не тронутую плугом землю до значительной глубины, что конца корней на глубине аршина я найти не мог; толщина оторванных на этой глубине корней показывает, что они, по крайней мере, до ½ аршина, а может быть, и на целый аршин еще глубже идут в землю.

До глубины 4 вершков в сухой земле новых корней совсем не образовалось, а развились только корни, идущие глубже.

Исследования в более старых посадках (двух-, трехлетних и старше) показали, однако, что у них сильные побочные корни находятся и у поверхности почвы; нет сомнения, что и у посадок настоящего года корни розовьются и в верхних слоях, когда эти слои будут более влажны; следовательно, растения будут потом пользоваться и этими более плодородными слоями; в настоящем году они ничего не могут получить из этих слоев вследствие их высыхания; даже и в старых насаждениях

поверхностные корни едва ли в настоящее лето приносили пользу деревьям; земля высохла глубоко и в лесу и дала такие же трещины, как на пашнях и степях.

Относительно молодого подроста в старых искусственных насаждениях я могу вполне подтвердить приведенные выше слова г. Турского: подрост этот так густ и так высок уже теперь, что об искусственном возобновлении леса на таких местах после вырубки старых деревьев не будет надобности заботиться. Исключение представляют только те места, где посажены породы, дающие слишком мало тени и потому допускающие развитие травянистой растительности под их пологом. На таких местах преимущественно развиваются Bromus tectorum, Triticum repens или же Gallium aparine (последний в особенности под белой акацией); здесь не только нет подроста, но и старые деревья имеют много засохших ветвей и растут вообще плохо, несравненно хуже, чем там, где деревья дают достаточную тень и потому устраняют появление травянистой растительности.

Вообще все наблюдения в сказанных лесах приводят к заключению, что конкуренция травянистой растительности есть единственное препятствие произрастанию леса в степях; глубокое и многократное разрыхление почвы перед посадками совсем не представляет необходимости: случайно приходилось производить посадки на только что вспаханной нови (где пахота не может быть глубокой при обыкновенных плугах), и деревья здесь росли даже лучше, чем на старых пашнях; приходилось пахать землю только ралом, не применяя совсем плуга, — и в росте леса на этих местах не видно разницы по сравнению с местами, где работали плугом, и т. д. Отсутствие необходимости в глубокой пахоте ясно уже и из того, что молодые деревца беспрепятственно пронизывают корнями даже очень плотные, глубокие слои очень тяжелого (как в Великоанадольском лесничестве) чернозема.[56]

В более северной части черноземной полосы (как, например, в селе Моховом) приемы лесоразведения значительно

упрощаются. По сообщению г. Шатилова,*[57] после высадки деревцов из питомника насаждения уже не пропахиваются для истребления сорных трав, но только скашиваются эти травы, чтобы они при большом росте их не заглушали деревцов.

В Тульской же губ. у нашего известного хозяина г. Левицкого ** посадка сосны со стоимостью деревцов обходится по 8 руб. 65 коп. на десятину. «Не могу себе представить более дешевой посадки, — говорит г. Левицкий. — И можно ли после этого пугаться лесоразведения? Приобретая такую ценность, как лес, можно ли даже назвать это расходом, перед которым стоило бы остановиться и задуматься и через то потерять дорогое время?».

Как растут посаженные деревья, можно видеть из следующего: «Ель посадки 1872 г. и лиственница 1875 г. достигли теперь роста до 10 аршин, и процент потери в них был самый ничтожный». Неудачи происходили «только от посадки очень мелких (менее 4 вершков) саженцев *на засоренной, в особенности злаками, земле.* Эти последние ужасно глушат мелкие насаждения; они гораздо хуже крупных бурьянов; поэтому необходимо, чтобы перед посадкой леса земля была хорошо проделана посевом хлебов в продолжение нескольких лет. Из злаков в особенности вреден пырей (Triticum repens): это истинно проклятая принадлежность нашего чернозема».

Опыты лесоразведения на нескольких сотнях и даже тысячах десятин *** решают окончательно не только важный практический вопрос, но и вопрос научный, — отчего в черноземной области нет леса. Теперь можно считать окончательно доказанным, что причина отсутствия лесов не в климате, не в слишком коротком растительном периоде, как думал

---

* И. Н. Шатилов. Лесоразведение в с. Моховом, Тульской губ., Новосильского уезда. Москва, 1885.

** Земледельческая газета, 1885, № 2.

*** В Великоанадольском лесничестве, в главной даче и в 4 отдельных участках, теперь 3000 десятин искусственно разведенного леса.

А. Кернер,*[58] а просто в том, что конкуренция дикой растительности не допускает распространения лесов. То же самое можно вывести и из внимательных наблюдений над естественными лесами черноземной полосы: в большинстве случаев леса эти находятся на почвах, богатых песком, или на почвах известковых, и не только в низменных местах, а на возвышенных. Несмотря на то, что указанные почвы беднее чернозема влажностью, леса на них произрастают прекрасно и остаются свежими даже и в сухие годы, когда от недостатка воды погибает вся травянистая растительность.

Ясно, следовательно, что почвы черноземной полосы способны производить разнообразные растения: на черноземе может расти лес, и если однажды поселится, то уже не может быть вытеснен растениями другими; в большинстве, однако, чернозем занят травяной растительностью — степной на возвышенных местах и луговой в местах более низких. Эта растительность также стойко удерживает раз занятые ею места и без вмешательства человека редко вытесняется растительностью древесной.

У нас нет никаких оснований предполагать, чтобы во время первоначального расселения растений в теперешней черноземной области условия произрастания растений были резко различны от современных, если мы отодвинемся даже к тому времени, когда северная Россия и часть черноземной находилась под влиянием ледников,** потому что остроумные и, несомненно, основательные соображения г. Воейкова *** показали,

* Pflanzenleben der Donauländer.

** Об этом см. «Известия геологического комитета» № 4, 1885.— Никитин. Пределы распространения ледниковых следов в центральной России и на Урале.

*** См. об этом поучительную главу в его книге: «Климаты земного шара». Пока объяснениями г. Воейкова мало пользуются в растительной географии, но его соображения чрезвычайно важны и заслуга г. Воейкова в этом деле неоценима.

что для существования ледников нет надобности в особенно суровом климате.

По словам г. Никитина, в указанной статье его о ледниковых образованиях общий результат исследований над ледниковыми явлениями состоит в заключении, что в последние геологические периоды не было значительных изменений в распределении суши и морей, за исключением Арало-Каспийского бассейна. В таком случае очевидно, что большая часть теперешней черноземной области могла быть занята растительностью в то время, когда в более северных местностях растительности не могло быть, все равно, признаем ли мы, что ледник или ледники заходили далеко на юг или же что сюда доходили постоянно только результаты их деятельности. В настоящее время мы не имеем ни малейшей возможности предположить, как происходило отступание ледников и связанные с этим изменения в существовании растений, но общее заключение от этого нисколько не изменится: флора черноземной области старше флоры северных местностей; заключение это, принадлежащее Рупрехту, не может быть, по моему мнению, ничем поколеблено. Рупрехт только объяснял его ошибочно тем, что северная Россия занята была водой; от этого необходимым следствием явилось отыскивание связи между абсолютной высотой места и накоплением перегноя в почвах и т. д. Но эти заблуждения, весьма понятные для того времени, в моих глазах нисколько не умаляют его заслуги в совершенно верном определении большей древности черноземной флоры.*

* Новейшие исследователи черноземной флоры, по моему мнению, оказывают некоторую несправедливость Рупрехту в другом отношении. Найдя, что некоторые растения, считавшиеся, по Рупрехту, указателями чернозема, растут и не на черноземе, они заключили из этого, что Рупрехт ошибался. Но при этом упущен из вида общий ход идей Рупрехта: если он считал, что чернозем есть продукт известной растительности, то, несомненно, предполагал, что растительность эта сперва поселилась не на черноземе, а на чисто минеральной почве, отчего и образовался чернозем.

Так как есть неопровержимые свидетельства в пользу того, что черноземная флора и флора венгерских равнин имеет несомненную связь с флорой азиатских степей,* то, может быть, особый характер черноземной флоры объясняется первоначальным заселением теперешней черноземной полосы растениями, главным образом, из Азии. Если местности, откуда получены черноземные растения, иные, чем те, откуда произошла более северная флора, и если растения, как я старался показать, занявши определенные места, стойко удерживают их за собой, то этого вполне достаточно для объяснения особенного характера флоры. Разумеется, флора эта будет всегда такова, какую допускает климат данной местности; но так как тот же климат допустил бы существование и других растительных формаций, то в настоящем случае не за ним остается решающее влияние.[59]

Заканчивая этим настоящую главу, не могу не сказать, что специалист по растительной географии, ставши на мою точку зрения, мог бы, без сомнения, сделать несравненно больше меня и представил бы доводы более убедительные, приведя детали, опущенные мною; надеюсь однако, что мои соображения и в том виде, как они высказаны, сочтены будут достойными внимания.

Если бы он думал иначе, то должен был бы сперва отыскать другие растения, образующие чернозем, на котором потом поселились его теперешние указатели — черноземные растения; но он везде указывает, что чернозем образовался существующей теперь растительностью. Перечитывая сочинения Рупрехта, невольно удивляешься точности и глубине его соображений, если только не обращать внимания на несущественные ошибки в частностях.

* Я руководствуюсь в этом случае, главным образом, указаниями Энглера в его уже цитированной мною книге.



ГЛАВА VIII

НЕВОЗМОЖНОСТЬ ПРОСАЧИВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВУ. ОБРАЗОВАНИЕ ЧЕРНОЗЕМА СОГНИВАНИЕМ КОРНЕЙ

Академик Рупрехт, как известно, полагал сперва, что чернозем образовался просачиванием в почву мелких твердых частиц перегноя; впоследствии, рассмотревши детально чернозем Ново-Ладожской крепости, он пришел к убеждению, что образование чернозема может происходить и без всякого просачивания твердых частиц в почву, от перегнивания одних растительных корней.

В 1876 г., после известных работ Грандо,[60] я высказал мнение, что, может быть, органические вещества в перегнойных почвах могут просачиваться вниз в виде раствора при посредстве солей аммиака, растворяющих перегнойные вещества.

Последним высказал свое мнение об этом г. Докучаев. В своей книге * он выражается по поводу этого так:

«. . . различать, как это делает Рупрехт, ,,чернозем, происшедший от просачивания перегноя в песчаный или суглинистый дилювий, и чернозем, образовавшийся без дилювиального слоя и без просачивания, а непосредственно на цельной

* Русский чернозем, стр. 306.

или выветрившейся каменной породе, благодаря исключительно растительным корням“, нет никакой ни априорной, ни фактической необходимости: всякая растительная почва, всякий чернозем всегда образовывались и будут образовываться на любой коренной породе одновременно двумя параллельными процессами: а) проникновением гумуса с поверхности и верхних почвенных горизонтов и б) на счет гниющих корней.

«В настоящее время, при совершенном отсутствии подходящих данных, было бы трудно, конечно, сказать, какой из этих процессов и при каких именно условиях преобладает. Ввиду почти полного сгорания на воздухе наземных растительных частей в наших юго-восточных степях, ввиду нахождения там несоразмерно (с гумусом) мощных почв, можно утверждать только одно: в этих местностях в окраске почв несомненно преобладает не просачивание сверху, а сгнивание подземных органов растений.

«Затем, при дальнейшей разработке вопроса необходимо будет разъяснить и самый способ проникновения гумуса с поверхности; теоретически здесь мыслимы три случая: 1) проникновение еще не сгнивших растительных частей через видимые трещины и разного рода норы животных; 2) просачивание очень мелких уже обуглившихся частей через поры почвы; наконец, 3) просачивание растворов двойных гуминовокислых соединений. Первый способ понятен сам собою и не требует дальнейших объяснений»; относительно двух других г. Докучаев говорит, что они *фактически* доказаны опытами г. Баракова, организованными по мысли г. Докучаева; но опыты эти описаны в таких общих чертах, что об их убедительности судить весьма трудно до подробной статьи о них самого г. Баракова.[61]

Вопрос о способах накопления органических веществ в почвах, по моему мнению, заслуживает серьезного внимания, потому что он тесно связан с другими, так что решение его выясняет многое, что без этого могло бы остаться неразъяс-

ненным. Поэтому при своих поездках в восточной и южной России я во многих местах по возможности детально рассматривал глубокие разрезы чернозема в ямах, нарочно для этого или для других целей выкопанных, или же на обрывах оврагов и в канавах, так как предварительное изучение литературы приводило к заключению, что мнение Рупрехта о способе образования чернозема Ново-Ладожской крепости, по всей вероятности, справедливо для черноземных почв вообще. Вследствие этого, так же как и вследствие тщательного изучения относящейся сюда литературы, я отказался от прежнего своего мнения о просачивании в почву органических веществ.

Опыты над процеживанием сквозь почвы жидкостей, содержащих взмученные и растворенные органические вещества, производились сотнями при исследовании вопроса о лучшем пользовании грязными городскими водами. Кроме того, много исследований произведено специально с целью определить возможность проникновения в почву твердых веществ. Из исследований первого рода мы воспользуемся работами английской комиссии, в числе членов которой были такие лица, как Франкланд, так что на результаты ее работ можно полагаться без всяких опасений за их точность.*

Из многочисленных таблиц, в которых сведены результаты работ, мы возьмем следующую, при которой для опытов употреблялась почва, действующая не особенно сильно, так что некоторые другие очищали воду еще лучше (см. табл. на стр. 171).

В замечаниях к таблице говорится: «Эти результаты показывают, с какой скоростью совершается нитрификация в почве из Беддингтона и насколько совершенно очищение грязных вод, даже при скорости прохождения 45 литров на 1 куб. метр в 24 часа. Но если эту скорость удвоить, нитрификация останавливается, и поры почвы закупориваются до такой степени,

* Результаты этих работ мы берем из французского официального издания: Assainisement de la Seine. Epuration et utilisation des eaux d'égout. Troisieme partie. Documents anglais. Paris, 1877.

Количество различных веществ, растворенных в 100 000 частей воды

	Всего твердых веществ	Углерода в органических соединениях	Азота в органических соединениях	Аммиака	Азота в виде азотных и азотистых солей	Всего соединенного азота
Средний состав грязных вод до фильтрования	645.0	4.386	2.484	5.557	—	7.060
Скорость фильтрования 22.5 л на 1 куб. м почвы в 24 часа:						
Вода, прошедшая через фильтр 14 XII 1868	106.7	1.027	0.468	0.016	3.802	4.283
Вода, прошедшая через фильтр 21 XII 1868	135.0	0.984	0.376	0.010	4.567	4.951
Вода, прошедшая через фильтр 28 XII 1868	125.0	0.771	0.111	0.007	4.520	4.637
Вода, прошедшая через фильтр 4 I 1869	119.3	0.800	0.148	0.015	3.960	4.120
Вода, прошедшая через фильтр 11 I 1869	133.2	0.672	0.093	0.015	5.527	5.632
Вода, прошедшая через фильтр 18 I 1869	121.0	0.564	0.069	0.020	5.150	5.235
Вода, прошедшая через фильтр 25 I 1869	110.1	0.649	0.097	0.005	4.217	4.318
Вода, прошедшая через фильтр 1 II 1869	114.3	0.537	0.101	0.010	4.299	4.408
Вода, прошедшая через фильтр 8 II 1869	124.8	0.653	0.078	0.007	5.582	5.666
Вода, прошедшая через фильтр 15 II 1869	127.0	0.934	0.105	0.010	4.904	5.017

Продолжение

	Всего твердых веществ	Углерода в органических соединениях	Азота в органических соединениях	Аммиака	Азота в виде азотных и азотистых солей	Всего соединенного азота
Скорость фильтрования 45 л на 1 куб. м почвы в 24 часа:						
Вода, прошедшая через фильтр 22 II 1869	99.2	0.542	0.063	0.012	3.506	3.579
Вода, прошедшая через фильтр 1 III 1869	100.2	0.535	0.078	0.005	2.411	2.493
Вода, прошедшая через фильтр 8 III 1869	100.0	0.503	0.066	0.003	2.908	2.977
Скорость фильтрования, постепенно убывающая с 90 л до 45 л на 1 куб. м почвы в 24 часа:						
Вода, прошедшая через фильтр 15 III 1869	68.2	0.919	0.106	0.002	Следы	0.108
Вода, прошедшая через фильтр 22 III 1869	74.6	0.637	0.094	0.008	—	1.101
Вода, прошедшая через фильтр 30 III 1869	79.9	0.646	0.116	0.006	0.503	0.624
Вода, прошедшая через фильтр 5 IV 1869	95.1	0.618	0.103	0.006	2.445	2.553
Вода, прошедшая через фильтр 13 IV 1869	112.3	0.569	0.112	0.006	6.040	6.157

что не могут более пропускать всего притекающего количества воды и не дают ей достаточного соприкосновения с воздухом. Тем не менее, органические вещества, которые должны были бы окисляться, задерживались в течение некоторого времени

почвой, и их окисленные продукты появлялись в воде, проходящей сквозь почву, по истечении месяца, когда скорость фильтрования уменьшалась. При выходе из фильтра вода всегда светла и почти бесцветна, если скорость будет 22.5 или 45 л на 1 куб. метр в сутки. По содержанию органических веществ в растворе фильтрованные воды иногда равнялись по чистоте с водой, привозимой в Лондон для домашнего употребления или даже превосходили ее чистотой».

45 л, или 45 000 куб. см, на площадь почвы в 1 кв. м, или 10 000 кв. см, дают в сутки слой воды, равный 45 мм, или в 7 месяцев — слой в 9000 мм. Несмотря на такое поражающее количество воды (с которым может равняться количество дождя только в некоторых тропических местностях), почти все содержащиеся в воде органические вещества успевали разлагаться и окисляться до такой степени, что прошедшая через почву вода по содержанию в ней органических веществ оказывалась одинаковой с водой ключей, речек и колодцев. Между тем, почва, употреблявшаяся при этих опытах, была не самой лучшей в этом отношении; при исследованиях комиссии у нее были и такие почвы, которые могли очищать в сутки по 1100 куб. м грязной воды на гектар. Все громадное количество органических веществ, содержавшееся в этих грязных водах, успевало разлагаться и окисляться в почве во время самого прохождения воды через почву, т. е. в поразительно короткий срок. Если взять слой воды в 9000 мм в 7 месяцев и сделать надлежащие вычисления относительно количества находящихся в воде органических веществ, то мы найдем, что на пространстве одного гектара в земле разложится количество органических веществ, содержащее около 3600 кг углерода, что дает около 6000 кг перегноя; на десятину это даст около 400 пудов перегноя.

Результаты такого же рода получаются при исследовании орошения полей и лугов грязными водами. В следующей таблице приведены цифры, полученные при исследовании воды на одной ферме:

Содержание в 100 000 частей воды

	Растворенных веществ						Взмученных веществ		
	всех твердых веществ	органического углерода	органического азота	аммиака	азота в азотных и азотистых солях	всего соединенного азота	органических	минеральных	всех
Вода, притекающая 23 XII 1869 . . .	48.0	2.076	0.749	2.184	—	2.959	1.96	6.64	8.60
Вода, вытекающая в тот же день . .	52.3	0.795	0.072	0.265	1.164	1.454	Следы	Следы	Следы
Вода, притекающая 30 XII 1869 . . .	48.0	2.882	1.269	2.700	—	3.493	3.80	10.80	14.60
Вода, вытекающая в тот же день . .	45.0	0.772	0.076	0.530	0.678	1.190	Следы	Следы	Следы

Возвращаясь еще раз к рассмотрению первой из приведенных нами таблиц английской комиссии, мы можем видеть из нее, что почва, при громадном количестве проходящей через нее воды и при громадном содержании в ней аммиака, удерживает, однако, почти весь этот аммиак; это задерживание происходит только в том случае, когда нет нитрификации, в противном случае весь аммиак во время прохождения воды успевает превратиться в азотную кислоту. Но как при нитрификации, так и без нее из почвы выходило такое только количество аммиака, какое мы находим в обыкновенной довольно чистой воде. Произведя расчет, подобный тому, какой мы сделали раньше, мы найдем, что десятина земли в течение 7 месяцев может переработать до 150 пудов аммиака в азотную кислоту. Количество — поразительно большое сравнительно с тем, какое попадает в почву при естественных условиях. При естественных условиях наибольшие количества азота, попадающие на десятину почвы, в год не превышали 60 фунтов, средняя величина — около 30 фунтов. Следова-

тельно, в почву попадает столько аммиака, что он может быть поглощен слоем почвы не толще одного миллиметра; если бы такое количество аммиака не было распределено на весь год, а попало бы в почву за один раз, то и в таком случае действие его на органические вещества почвы осталось бы совершенно незаметным, и на другой же день весь аммиак превратился бы уже в азотную кислоту, если бы влажность почвы допускала это. Нужно заметить притом, что влажность, достаточная для образования азотной кислоты, совершенно не достаточна для передвижения в почве растворов.

Чтобы, с другой стороны, подтвердить вышеприведенные рассуждения, обратим внимание на размер поглощения аммиака почвами, найденный при опытах над поглощением питательных веществ. Возьмем для примера известные опыты Геннеберга и Стомана.* Результаты получились бы одинаковые, если бы мы взяли какие-нибудь другие исследования.

100 г почвы при их опытах поглощали от 0.05 до 0.24 г аммиака, причем, как известно, из слабых растворов поглощается бóльшая часть растворенного вещества, чем из растворов крепких; представим себе, что чернозем поглощает так мало аммиака из дождевой воды, что 1000 г почвы могут поглощать только 0.01 г аммиака, или для поглощения 1 фунта аммиака нужно 100 000 фунтов почвы. В лето в местностях черноземных число дождливых дней будет 50—60, и если принять, что на десятину каждый раз выпадает 1 фунт аммиака, то наше предположение будет преувеличено против действительности, по меньшей мере, вдвое. Так как слой почвы в 1 фут толщиной весит около 350 000 пудов, или 140 000 000 фунтов, то, согласно нашему предположению, 1 фунт аммиака может быть поглощен $^{1}/_{140}$ частью этого слоя, т. е. слоем толщиной менее 1 линии.

Так как для растворения органических веществ почвы может употребляться только аммиак, оставшийся непоглощенным, то, следовательно, растворения органических составных частей

---

* Journal für Landwirthschaft, 1859, S. 25.

почвы аммиаком никогда не может быть, кроме случаев совершенно исключительных, вызываемых вмешательством человека; нужно при этом не упускать из виду, что попадающий в почву углекислый аммиак превращается в другие аммиачные соли, неспособные растворять перегной.

Проходящая сквозь почву вода может, следовательно, приносить в глубокие почвы только растворимые в воде органические вещества, но не может уносить веществ, растворяющихся в щелочах, — это показывают нам с неопровержимою, как я думаю, убедительностью и рассуждения a priori на основании опытов над поглощением и прямые опыты английской комиссии, так же как и опыты некоторых ученых, на которых мы не будет останавливаться здесь. Органические вещества, растворимые в воде, не могут обогащать почву перегноем, потому что они всюду идут вместе с водой: просачивается ли вода через почву и является в виде ключей, с нею вместе вытекают и растворенные в ней органические вещества; поднимается ли вода капиллярно из нижних слоев почвы вверх при высыхании почвы, вместе с водой поднимаются и растворенные в ней органические вещества. По этой-то причине эти органические вещества мы находим повсюду: до сих пор, сколько известно, еще не найдено было ни разу такого слоя, как бы глубоко он ни лежал, в котором бы не было органических веществ.*[62]

Столь же невероятно обогащение глубоких слоев органическими веществами при посредстве сноса твердых частиц сверху вниз водою через поры почвы. Мы видели выше, что при орошении полей грязной водой прошедшая сквозь почву вода обыкновенно не содержит уже взмученных веществ; если их иногда и находят, то большей частью это уже не те вещества, которые были в воде раньше, а вещества, уносимые водою из нижней части того слоя, из которого вода вытекает;

* Я разумею здесь слои, состоящие из мелких частиц. Присутствие органических веществ в плотных горных породах, показанное и приблизительно определенное в первый раз, если не ошибаюсь, Делессом, сюда не относится.

известно, что если через слой даже довольно крупного песка мы будем фильтровать воду, содержащую самый мелкий порошок, то вода только сперва проходит мутной, но скоро промежутки между зернами песка закупориваются порошком и уже затем твердые частицы перестают проходить сквозь песок, как бы долго ни продолжали мы фильтрование.

Как хорошо задерживают даже песчаные почвы самые мелкие взмученные частицы, это видно, например, из опытов Зеельгейма * над проницаемостью различных составных частей почвы для воды. Для правильного хода опытов Зеельгейм должен был фильтровать сперва воду по нескольку раз через несколько бумажных фильтров, вложенных один в другой; в противном случае прохождение воды сквозь песок постоянно становилось все меньше и меньше вследствие закупоривания промежутков взмученными мелкими частицами. Между тем слой песка был при опытах очень невелик, а песок в некоторых случаях очень крупен.

К тем же заключениям приводят исследования Лиссауэра над взмученным крахмалом и Фалька над заразными бактериями, принадлежащими к числу самых мелких. Ни бактерии, ни крахмал обыкновенно не проходят через почву даже довольно крупнозернистую.**

Кроме этих соображений в пользу полного отсутствия вероятности в том, чтобы твердые органические вещества могли проникать в почву до сколько-нибудь значительной глубины, нельзя не указать, что распределение их в почве не соответствует тому, какое должно быть при возможности их проникновения. В самом деле, если представить себе, что сперва органические вещества проникают в слой верхний и вполне закупоривают его, то в нижний слой попадет немного органического вещества. Но потом, когда в верхнем

* Seelheim. Zeitschrift für Analitische Chemie, Bd. 19, S. 387.

** При повторении опытов Фалька над кварцевой мукой я убедился, что для задержания самых мелких бактерий достаточен слой муки в 13 см. Меньшую толщину слоя я, к сожалению, не испытал.

слое вещества эти перегниют дальше, то часть их, весьма незначительная (вследствие медленности разложения), теперь попадет в нижний слой, а верхний скоро окажется закупоренным, и т. д. процесс будет происходить до тех пор, пока и следующий за верхним слой окажется переполненным органическими веществами. Вообще, если в каком-нибудь слое начнется накопление органических веществ, то в следующий, более глубокий слой не будут пропускаться вещества, а чем больше их будет в каком-либо слое, тем более будет затрудняться прохождение их через этот слой дальше. Поэтому если бы прохождение твердых органических веществ в глубокие слои, обусловливаемое смыванием, происходило в заметных размерах, то распределение их по разным слоям было бы таково, что за слоем, богатым органическими веществами, должны были бы следовать слои, бедные ими, и чем богаче органическими веществами верхний слой, тем беднее им должен быть нижний. На деле мы этого не видим, — напротив, распределение органических веществ по разным слоям, при всяком содержании перегноя в верхнем слое, всегда одинаково: содержание перегноя постепенно уменьшается сверху вниз, как видно из таблиц, помещенных ниже в этой же главе.

Наконец, и в этом вопросе заслуживает внимания следующее обстоятельство. Известно, что чем влажнее почва, тем более, при прочих равных условиях, сквозь нее просачивается вода, потому что почва должна быть сперва насыщена водою, и уже после этого избыток воды просачивается вглубь. Влажная почва доводится до насыщения меньшим количеством воды, и потому в ней больший избыток останется для просачивания. Если бы снос твердых частиц водою происходил в заметных размерах, то в нечерноземных местностях результаты его были бы сильнее, чем в местностях черноземных, потому что в последних земля суше. Между тем в северных местностях мы находим почвы, более бедные перегноем, и, кроме того, перегной находится в них только на незначительной глубине. Из этого мы можем заключить, что если при более

сильном действии на севере просачивающаяся сквозь почвы вода не оказала заметного влияния на распределение в них органических веществ,[63] то на юге влияние ее должно быть еще менее заметным.*

Несмотря на полную невероятность того, чтобы почва могла обогащаться органическими веществами при просачивании их сквозь почву с водою, я производил много опытов для проверки этого, а затем в последнее время такие опыты производились слушателем Лесного института г. Николаевым.

При этих опытах сквозь смеси каолина и мелкого кварца, к которым в некоторых сосудах прибавлялись чистая углекислая известь и цеолиты, процеживался раствор органических веществ чернозема, извлеченных углекислым аммиаком. Раствор употреблялся неотцеженный с той целью, чтобы в упомянутые смеси могли проникать и взмученные мелкие частицы. При опытах сквозь слой смеси толщиной в 20—25 см проце-

* По отношению к этому вопросу, между прочим, небезынтересно следующее соображение: если взять большое число одинаковых по величине шаров и уложить их наиболее плотно, то в пространстве, которое будет занято ими, 74.048% будет приходиться на плотную массу шаров и 25.952% на промежутки между ними. Если между большими шарами поместить другие, которые будут занимать промежутки между ними, касаясь своими поверхностями с большими шарами, то количество плотной массы в занимаемом шарами пространстве увеличится почти до 82.5%, а на долю промежутков останется 17.5%. Взявши удельный вес минеральных составных частей почвы и удельный вес органических веществ (для первых 2.7, а для вторых 1.4) и произведя надлежащие вычисления, мы найдем, что если бы промежутки между шарами были совершенно заполнены органическим веществом, то его могло бы быть в почве менее 10%. Так как промежутки, однако, никак не могут быть заполнены сплошь, то путем просачивания в промежутки между шарами может быть помещено, вероятно, не более 4—5% органического вещества, если бы даже просачивание было возможно.

Заметим, что заполнение крупных промежутков при крупных шарах более возможно, чем заполнение мелких промежутков, и потому, если бы просачивание могло давать ясно видимые результаты, то в крупнозернистых почвах таким путем накоплялось бы большее количество органических веществ, чем в почвах мелкозернистых.

жено столько органического вещества, сколько в действительности не может пройти через почву в течение многих тысячелетий, и, следовательно, результат должен бы оказаться, если бы он был возможен.

При этом смеси каолина и пр., несомненно, оказались окрашенными, и можно было подумать, что заметные результаты получаются; но окрашивание это обусловливалось исключительно только влагоемкостью смеси: если ее после этого промыть водой, то растворенные органические вещества извлекаются с большой легкостью и смесь обесцвечивается.

В силу этого можно придумать такой прием, при помощи которого можно обогатить смесь просачиванием органических веществ; для этого нужно поступать так: смочивши смесь темным раствором до полной влагоемкости, нужно дать ей высохнуть; после этого смочить снова небольшим количеством раствора и опять дать высохнуть, и т. д. Но этот прием, конечно, не будет соответствовать действительности, потому что в природе почва промывается почти чистою водой; если же поступать согласно этому, т. е. процеживать сквозь бесцветные смеси раствор, окрашивание которого почти незаметно, или же если промывать смесь попеременно темным раствором и чистой водою, то никакого окрашивания смеси мы не получим.

Что касается взмученных веществ, то если наливать на смесь жидкость осторожно, стараясь не разбить смесь до значительной глубины струей жидкости, то все взмученные вещества остаются на поверхности бесцветной смеси, ограничиваясь от нее совершенно резко, так что граничную линию между ними можно видеть с полной отчетливостью. Впрочем, такого рода факты столь общеизвестны, что едва ли нужно очень долго останавливаться на них.

Но, говорят, не одно просачивание сквозь промежутки между частицами плотной почвы может содействовать переносу веществ вниз, но и заполнение крупных ходов, производимых животными, заполнение трещин и т. п.

Если бы это говорилось только для того, чтобы указать на существование явления местного, имеющего ограниченное значение, то против этого едва ли кто стал бы возражать; если же этому придавать такое значение, что заполнение ходов и трещин происходило повсюду и могло привести к результатам, имеющим значение всеобщее, относящееся ко всякой, даже небольшой, части черноземной площади, то при внимательном рассмотрении дела мы, несомненно, придем к заключению, что таких результатов нет и не могло их быть.

Если бы заполнение крупных ходов и щелей производилось только смыванием веществ сверху, то на дно хода или трещины попали бы части почвы, наиболее богатые органическими веществами, и почва на всей глубине была бы или однообразна по содержанию органических веществ, или нижние части ее были бы даже богаче верхних перегноем. Между тем этого мы не замечаем при нормальном положении чернозема, и это не представляет ничего удивительного; животные, прокапывающие почву, поселяются обыкновенно невдалеке от воды, и потому только в таких местах и можно говорить вообще о сколько-нибудь заметном влиянии их нор. Но даже и в этих местах влияние их нор не может быть значительным, потому что норы одни и те же служат не один только год, и если животное может поселиться в старой норе, то оно не станет выкапывать новой. Вообще мы не знаем, сколько лет может служить одна и та же нора, но во всяком случае это число лет должно быть не мало.* Если принять, кроме того, в расчет, что в данной местности может прокормиться и сохраниться только определенное число роющих животных, то неизбежно будет заключение, что число нор, дошедши до известного количества, не увеличивается дальше, а остается довольно постоянным.[64]

Что касается трещин, то значение их может быть различно, смотря по тому, на какой земле образовались трещины.

* Судя по тому, что около большинства сусликовых нор мы не находим и следов выброшенной из них земли.

Образование трещин на черноземных почвах, паханных (на залежах) и на целине, в первый раз подробно описано, если не ошибаюсь, мною.*

На мягких землях (на залежах и на пахоте) трещины образуются очень часто, так что иногда около $1/4$ площади почвы занято трещинами; но они идут только до не тронутого плугом слоя, с которого верхний слой легко может сниматься в виде отдельных столбиков между трещинами. Эти трещины играют очень важную роль при переходе залежи в плотное состояние, потому что при рыхлости земли сразу выпадающий дождь может механически сбить много земли с краев трещин в глубину, так как почва еще не задернела. То же делается морозами и т. п.

Трещины на целине бывают не всегда, а только после очень сухого лета и в сухую осень; они обыкновенно очень редки и очень широки и глубоки; плотная целинная земля вообще не может быть сильно сжата, и от этого трещины на ней редки; она вследствие своей плотности высыхает довольно равномерно до значительной глубины, а потому трещины на ней очень глубоки; ширина трещин указывает на то, что вообще есть много мест в почве, где она может разрываться для образования трещин: при возможности легкого разрыва трещины были бы чаще, но у́же теперешних.

При значительной ширине трещин растительные корни на местах разрыва почвы обыкновенно бывают порваны; если затем трещины сходятся краями при разбухании земли во время ее намокания, то связь почвы в этом месте останется более слабой и на будущее время; новые корни, образующиеся здесь со временем, не могут дать частицам почвы такой прочной связи, какова в других местах. Поэтому *весьма вероятно, что места трещин на целине в течение многих лет остаются постоянными*, т. е. что на будущий год трещина образуется там же, где она была прежде.

* Из черноземной полосы Воронежской и Харьковской губ. Журнал «Сельское хозяйство и лесоводство», 1881.

Не имея возможности сам заняться поверкой этого предположения, я должен предоставить ее жителям черноземной полосы. Если оно окажется верным, то тем самым будет доказано, что трещины в сносе частиц почвы сверху вниз должны иметь весьма небольшое значение. Покамест это предположение не проверено, всякие рассуждения о роли трещин будут гадательными. Во всяком случае, однако, если бы трещины способствовали сколько-нибудь значительному сносу земли в глубину, то мы имели бы иное распределение перегноя в разных слоях черноземных почв: при возможности сноса в глубокие слои попадали бы частицы верхние, следовательно самые богатые перегноем, а потому глубокие слои были бы богаче перегноем, чем теперь.

Для меня лично наиболее убедительны не предыдущие доводы в пользу того, что накопление органических веществ внутри почвы не могло производиться сносом перегноя вглубь — в виде ли раствора или же в виде твердых частиц, — но факты, сообщаемые в настоящей главе далее, факты эти показывают, что накопление и распределение в почвах перегноя вполне удовлетворительно объясняется во всех случаях и во всех местностях, если мы признаем, что почти одни только корни травянистых растений участвовали в накоплении перегноя.

Во главе этих фактов можно поставить результаты наблюдений, производившихся мною в губерниях Воронежской, Харьковской, Екатеринославской, Уфимской, Оренбургской и в киргизских степях за Уралом. Во всех этих местностях я с особым вниманием старался определить, какое соотношение существует между глубиной окраски почв, перегноем и глубиной распространения корней, и повсюду находил, что растительные корни доходят только до той глубины, где оканчивается окраска почвы; ниже слоя, в котором окрашивание заметно еще на-глаз, я почти никогда не находил ни одного мельчайшего корешка; но затем, по мере приближения к поверхности, с увеличением густоты окраски увеличивается и число растительных корней, доходя до наибольшего количе-

ства в верхнем слое, где и органических перегнойных веществ содержится больше, чем в других слоях. Такое явление нельзя объяснить тем, что органические вещества сверху увлекаются водою только до предела распространения корней; так как явление наблюдалось при разнообразных условиях, то было бы странно, что при всех этих условиях вода, проходя сама глубже, оставляет органические вещества как раз на том слое, где оканчиваются корни; если бы это было не так, то явление скорее можно бы отнести к разряду чудес, но никак не объяснить его естественными причинами.

Если признать, что корни составляют источник образования перегноя, то распределение последнего в почвах должно соответствовать распределению корней. В этом отношении следует припомнить факты, дознанные сельскохозяйственными наблюдениями и подтверждаемые физиологическими опытами, а именно:

1. В рыхлых почвах корни растений распространяются глубже, чем в почвах плотных (при одинаковой степени влажности по отношению к способности растений всасывать воду), в песчаных почвах они идут глубже, чем в почвах глинистых.

2. При достаточном количестве влажности в верхних слоях почвы большинство корней остается в этих слоях, так как в этих почвах глубокие слои могут страдать от недостатка воздуха; но если верхние слои сухи, то корни идут глубже, так как недостатка воздуха там нет, и вообще корни, как известно, направляются туда, где находятся необходимые для растения питательные вещества. При очень большом содержании влажности в почве и при близости уровня грунтовой воды к поверхности почвы корни ограничиваются только верхними слоями, не страдающими от пересыщения водой.

3. При одинаковых свойствах почвы до значительной глубины наибольшее число корней образуется в верхних слоях почвы; по мере углубления количество их постепенно уменьшается.

Наиболее полные и точные исследования над распространением корней растений в почве при естественных условиях

произведены Гелльригелем.* [65] Хотя результаты его исследований не могут быть вполне согласны с теми, какие могли бы получиться при подобных же исследованиях на черноземе (по близости грунтовой воды на исследованном поле), но мы воспользуемся ими, чтобы по крайней мере указать хотя на приблизительное соотношение между количеством растительных корней и содержанием перегноя на различной глубине. В слоях приблизительно равной толщины Гелльригель нашел следующее число корней на полях:

Слои	1. Под пшеницей	2. Под овсом	3. Под рапсом	4. Под люцерной	5. Под люпином
1-й	432	271	1279	908	188
2-й	344	231	689	748	112
3-й	149	82	148	340	87
4-й	119	16	44	19	34
5-й	98	0	12	6	14

Принимая везде количество корней в верхнем слое за 100 и перечисляя соответственно другие числа, мы получим следующие результаты:

Слои	Пшеница	Овес	Рапс	Люцерна	Люпин
1-й	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2-й	79.6	85.6	53.9	82.2	82.4
3-й	34.5	30.2	11.6	37.4	46.3
4-й	27.5	5.9	3.0	2.0	18.0
5-й	22.7	0	0.9	0.7	7.6

* Beiträge zu den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Ackerbaus, von Prof. D-r Hermann Hellriegel. 1883.

Вследствие близости грунтовой воды количество корней в некоторых случаях сильно уменьшалось, начиная уже с третьего слоя. Однако в других уменьшение числа корней с глубиной было довольно равномерно.

Сравним теперь с этими цифрами другие, показывающие содержание перегноя в разных слоях чернозема.

В следующей таблице показано процентное содержание перегноя в разных слоях почв, начиная сверху; каждый слой взят был толщиной в 6 дюймов.

1 — Почва из Бобровского уезда, Воронежской губ.
2 — » » Борзенского уезда, Черниговской губ.
3 — » » Мариупольского уезда, Екатеринославской губ.
4 — » » Старобельского уезда, Харьковской губ.
5 — » » Уфимского уезда и губернии.

	1	2	3	4	5
1-й	5.418	8.112	9.636	10.105	9.290
2-й	4.830	5.192	7.706	6.805	6.230
3-й	3.625	3.920	6.714	5.574	4.334
4-й	2.561	2.842	5.605	4.363	2.195
5-й	2.587	2.112	3.565	3.581	—
6-й	1.876	1.467	3.175	1.926	—
7-й	1.294	0.513	1.555	—	—
8-й	0.778	0.703	—	—	--
9-й	0.364	—	—	—	—

Принимая количество перегноя в верхнем слое за 100 и вычисляя соответственно другие цифры, получаем:

	1	2	3	4	5
1-й	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2-й	89.1	63.9	80.3	67.4	67.1
3-й	66.9	48.3	70.0	52.2	46.6
4-й	47.3	35.0	58.4	43.2	23.7
5-й	47.3	26.0	38.2	35.5	—
6-й	34.6	18.1	33.0	19.0	—
7-й	23.9	6.3	16.2	—	—
8-й	14.4	—	—	—	—
9-й	6.7	—	—	—	—

Сравнивая между собой цифры последней таблицы, мы, как и следовало ожидать, не находим полного сходства между ними, но везде видим, тем не менее, одинаковый характер уменьшения в содержании перегноя по мере углубления почвы; тот же характер мы видим и в цифрах второй из двух таблиц, показывающих распределение в почве корней. Нет сомнения, что сходство в этом отношении было бы еще больше, если бы оба исследования — как над числом корней, так и над содержанием перегноя — произведены были на почвах, сходных между собой.*

Так как постепенность в уменьшении содержания перегноя вполне аналогична уменьшению числа корней по мере углубления, то явление это нельзя признать случайным; так как, кроме того, предыдущие соображения показывают нам, что накопление перегноя в глубоких слоях не может происходить от просачивания его сверху, то мы должны признать справедливым заключение, что накопление перегноя происходило только от перегнивания растительных корней.

Весьма сильное подтверждение этому своему заключению я нахожу в некоторых точных наблюдениях над культурой растений; наблюдения эти показали, что: *в землях обрабатываемых количество органических веществ даже при незначительном содержании их в почве и при обильном удобрении почвы органическими веществами уменьшается, если на полях не возделываются многолетние травы.*[66]

Факты эти доказываются следующими исследованиями Дегерена.**

При возделывании кормовой кукурузы поле удобрялось ежегодно:

---

* Я, к величайшему моему сожалению, до сих пор не мог сделать такого сравнительного исследования. По всей вероятности, содержание перегноя уменьшается с глубиной несколько медленнее сравнительно с числом живых корней, потому что в глубоких слоях разложение органических веществ должно происходить медленнее, чем в слоях верхних.

** Annales agronomiques, 1882, p. 321.

1. 5280 пудами навоза на десятину,
2. 79 » чилийской селитры,
3. 79 » сернокислого аммиака.

Перед началом опытов в почве определено содержание азота и органических веществ и то же самое сделано через три года; при этом найдено во всех случаях уменьшение азота в почвах как при удобрении навозом, так и без него. То же самое получено при культуре картофеля и свекловицы; и только при возделывании эспарцета количество азота и органических веществ в почве не только не уменьшилось, а даже увеличилось (содержание перегноя в исследованной почве было около 3.5%). На основании полученных результатов из этих опытов сделано было такое заключение: «земля, которая каждый год обрабатывается, беднеет, все равно, как бы ни было обильно удобрение, и это обеднение прекращается и почва обогащается, когда обработку оставляют и почву обращают в луг или травяное поле».

Эти результаты вполне объясняются опытами, описанными у нас в главе (III); опыты эти показывают, какие громадные количества органического вещества могут разлагаться в верхних слоях почвы после их разрыхления или переворачивания дерна. При опытах Дегерена, в 5280 пудах навоза вносилось в почву по крайней мере 1000 пудов органического (сухого) вещества ежегодно, и все это в течение года разлагалось без остатка. С этим уже не может сравниться никакой прирост растительной массы в течение года.

Мимоходом говоря, в связи с предыдущими фактами находится вопрос о владимирском черноземе, существование которого теперь, как я думаю, окончательно доказано исследованиями г. Никитина.* Г-н Докучаев видел этот чернозем, но,

* См. его предварительные отчеты Геологическому комитету, в особенности отчет за 1884 г. Я имел возможность видеть образцы чернозема, взятого г. Никитиным на месте; анализы его приведены у нас в главе IX; несомненно, что это настоящий чернозем, как по содержанию органических веществ, так и по другим особенностям.

увлеченный предрассудком относительно влияния климата на образование чернозема, решительно отрицает существование черноземных островов севернее общей границы чернозема, потому что их существование плохо вяжется с климатическими влияниями. Поэтому, нашедши у Гавриловского посада, Суздальского уезда, почву темного цвета в 11 дюймов глубиной, содержащую 5.2% перегноя, он, вероятно, для объяснения такого богатства этой почвы органическими веществами, указал, что эта почва «сильно навозится». Но как бы сильно она ни навозилась, уже одно то, что это «полевая земля», следовательно обрабатываемая, показывает, что содержание органических веществ в ней меньше теперь, чем было первоначально, когда земля не обрабатывалась и не навозилась; не следует упускать из виду, что наше унавоживание, когда редкий хозяин в состоянии средним числом внести в почву ежегодно около 100 пудов органического (сухого) вещества на десятину, не может итти ни в какое сравнение с тем, как удобрял Дегерен.

Второе исследование, при котором влияние растительных корней на накопление и распределение в почве органических веществ выразилось очень резко, есть известное исследование Лооза и Джильберта над влиянием засухи на урожаи луговых трав.

Удобрение постоянных лугов при знаменитых Ротамстедских опытах показало, что аммиачные соли и селитра вызывают преобладание злаков, но злаки в обоих случаях произрастают различные: при удобрении аммиачными солями злаки с мелкой корневой системой преобладают над другими, тогда как селитра вызывает рост злаков с глубокими корнями. При исследовании почвы на обоих участках после многолетнего удобрения их оказалось, что в разных слоях ее под влиянием растений произошли глубокие изменения; на аммиачном участке почернел верхний слой, а другие остались в прежнем состоянии; на селитряном участке почва потемнела до значительной глубины соответственно глубине корней. Если бы

просачивание органических веществ играло заметную роль, то оно должно было бы несравненно сильнее выразиться на аммиачном участке, потому что, какую бы аммиачную соль мы ни внесли в почву, поглощение превратит каждую из них в одинаковое состояние, соответствующее составу этой почвы; следовательно, сернокислый аммиак, употреблявшийся на удобрение, должен был бы оказать такое же действие, как и углекислый аммиак, попадающий в почву из атмосферы, с той только разницей, что сернокислый аммиак при одинаковых условиях глубже проникает в почву.

Наконец, исследования Гейдена * показали, что при культуре растений на бесплодной подпочве количество органических веществ под влиянием растительных корней увеличилось слишком на 0.2% в 14 лет; при этом накопление их могло обусловливаться только корнями, потому что надземные органы тщательно собирались для точного определения урожайности почвы; при этом на ней только в некоторые годы возделывались травы.

Таким образом, факты и рассуждения, приведенные нами в этой главе, показывают, что накопление в почве органических веществ может зависеть только от растительных корней; просачивание и снос органических веществ в глубокие слои может иметь, сравнительно с корнями, ничтожное значение, и притом чисто местное, а не всеобщее. Только исключительным участием растительных корней можно объяснить:

а) почему лес не образует чернозема;

б) почему в северной России и вообще на влажных почвах чернозема не образуется;

в) почему в почвах, содержащих большее количество песка, окрашивание органическими веществами доходит до большей глубины;

г) почему окрашивание прекращается как раз на границе распространения корней;

---

* Wie wird roher schwerer Boden fruchtbar gemacht.

д) почему органические вещества распределены в различных слоях чернозема так, как теперь, а не иначе;

е) почему на местах с лучшей растительностью (как будет показано в следующей главе) накопляется больше перегноя даже на расстоянии одного-двух аршин.

Ничем другим нельзя объяснить всех этих фактов.[67]



ГЛАВА IX

ИЗМЕНЧИВОСТЬ В СОДЕРЖАНИИ ПЕРЕГНОЯ СООТВЕТСТВЕННО ИЗМЕНЕНИЮ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Признавая чернозем продуктом жизнедеятельности растений, произраставших на данном месте, мы тем самым признаем, что изменение растительности должно отражаться и на содержании перегноя в черноземных почвах. При внимательном наблюдении над растительностью степей в черноземной области не трудно заметить, что иногда на больших сравнительно расстояниях растительность представляется довольно однообразной во всех отношениях; но во всяком случае эти расстояния тянутся без перерыва не более 10—15 верст и редко бывают значительно больше. Иногда же и на очень малых расстояниях — на пространстве нескольких сажен и даже аршин — характер растительности или сила ее развития резко изменяются; во всех таких случаях изменения в растительности неизбежно должны отражаться и на содержании в черноземе органических веществ.

Первоначально, когда растения поселяются на чисто минеральной почве, разница в их развитии определяется положением и глубиной почвы и ее минеральным составом; впоследствии к этому присоединяется влияние различных количеств накопившегося перегноя, так что различие в росте растений может со временем усилиться.

В недавнее еще время хозяева не обращали почти никакого внимания на изменчивость почвы на незначительных расстояниях. Только после того, как явилась необходимость в точных опытах над действием удобрительных веществ, при производстве этих опытов оказалось, что одинаковые участки, находящиеся один от другого на расстоянии нескольких сажен, в точности одинаково обработанные, без удобрения или при одинаковом удобрении дают иногда урожаи, сильно разнящиеся один от другого; иногда на одном участке урожай получается вдвое более, чем на другом, и это, не надо забывать, в таких случаях, когда старались для опытов выбрать поле с возможно однообразной по свойствам почвой.

Вследствие этого необходимо было употребить много времени и труда на изыскание такого способа производства опытов, при котором бы неравномерность почвы оказывала на результаты опытов наименьшее влияние; при этих изысканиях замечено, что иногда ничтожные изменения в свойствах почвы оказывали чрезвычайно сильное влияние на урожай растений. Все это привело к тому, что как ученые, занимающиеся почвоведением, так и образованные практические хозяева признали повсеместное существование значительной изменчивости почвы на небольших расстояниях; в силу этого при лучших работах по составлению почвенных карт признано необходимым делать частые выемки образцов почвы для исследования ее свойств; в Пруссии для составления почвенной карты площадь почвы разбивается на квадраты, стороны которых равны 100 м, и в углах квадратов земля вынимается до 1.5 м; в Саксонии выемки земли делаются через каждые 75 м до глубины 1.2 м.

Принимая все это в расчет, мы нисколько не удивимся, если в черноземе из одной местности окажутся значительные колебания в содержании перегноя; напротив, мы должны считать такую изменчивость неизбежной, если только мы признаем (согласно с теми заключениями, которые высказаны

мной в предыдущих главах), что свойствами почвы, главным образом, определяется накопление в ней перегноя.[68]

К заключениям, совершенно противоположным, пришел г. Докучаев. Найдя, что черноземные почвы, находящиеся в дальнем расстоянии одна от другой, содержат иногда одинаковые количества органических веществ, он предположил, что существуют полосы, идущие через всю черноземную область, в которых так называемые им нормальные почвы имеют одинаковое содержание перегноя.* Такие полосы он предложил называть *изогумусовыми*.[69] Он говорит об этом так:**

«Со временем, когда накопится большее количество научно разработанного почвенного материала, когда мы будем обладать не одной-двумя сотнями определений гумуса, а десятками сотен, тысячами, тогда явится возможность установить и *изогумусовые линии*, которые будут соединять местности с одним и тем же (до одного процента) содержанием гумуса. Но покамест мы по необходимости должны довольствоваться только полосами, а линии только предугадывать, на что имеем и теперь уже полное право.

«Установка таких изогумусовых полос имеет то огромное значение, что: а) до минимума упрощает постановку почвенного вопроса и знакомство с ним; б) дает нам право составлять общие схематические карты почв и, наконец, позволяет уловить законность в распределении таких, повидимому, капризных тел, каковы почвы».

Название полос и линий *изогумусовыми* невольно напоминает линии *изотермические*; направление первых (как они установлены г. Докучаевым) аналогично с направлением вторых; все это наводит на мысль, что г. Докучаев придавал, повидимому, климату наибольшее значение в накоплении перегноя. Хотя везде, где заходит речь о других факторах,

* Нормальными почвами, как известно, г. Докучаев называет почвы, образовавшиеся на месте и не измененные размыванием.

** Схематическая почвенная карта черноземной полосы Европейской России, 1882, стр. 25.

г. Докучаев вообще признает важность и минерального состава почвы, и рельефа местности, и т. д., но на деле при установке изогумусовых полос он, очевидно, полагал, что не только в каждой полосе нормальные почвы одинаковы по минеральному составу и другим свойствам, но что они одинаковы (помимо того, что зависит от перегноя) и во всех изогумусовых полосах; без такого предположения невозможно допустить правильной изменчивости в содержании перегноя соответственно изменениям в климате.

Существование изогумусовых полос (в смысле г. Докучаева) неизбежно предполагает, следовательно, полное однообразие в минеральном составе почв до образования чернозема. Если бы такого однообразия не было, то в почвах замечались бы в одной климатической полосе сильные колебания в содержании перегноя от влияния разных свойств первоначальных почв.

Подтверждение тому, что г. Докучаев принимает такое первоначальное однообразие, мы находим в другой его брошюре.* Рассматривая изменения в содержании перегноя по линии от Боброва до Царицына — от одного края черноземной полосы до другого, — г. Докучаев все эти изменения приписывает только климату; но если в этом оказывал влияние только один климат, то другие факторы, определяющие накопление перегноя (т. е. и все свойства почв) должны быть одинаковыми. Может быть, г. Докучаев и не думал того, что у всех нормальных черноземных почв свойства, определяющие накопление органических веществ, одинаковы, но все приемы его исследований предполагают признание однородности почв на протяжении всей черноземной полосы. Это можно видеть из следующих примеров.

На стр. 33 брошюры «Схематическая почвенная карта и т. д.» мы находим следующее пояснение к схематической карте:

«Закрашивая все изогумусовые полосы почти сплошь одним и тем же цветом, я, конечно, вовсе не хочу сказать этим, что

* Ход и главнейшие результаты предпринятого Вольным экономическим обществом исследования чернозема.

все почвы, находящиеся в этом районе, совершенно одинаковы *как по гумусу, так и по другим элементам, генетически связанным с ним*. Еще раз повторяю, моя карта имеет в виду, главным образом, *нормальные* растительно-наземные почвы, т. е. почвы, лежащие in situ их образования и являющиеся перед нами с более или менее первичными свойствами. Судя по тому, что из 207 анализов собранных мною почв 46 образчиков не подходят под мою схему, я заключаю, что среди черноземной полосы почв *анормальных* * приходится от 20 до 25%».

Если взять две нормальные (в смысле г. Докучаева), т. е. лежащие на месте их образования, почвы, ничем не измененные после их образования, но только такие, из которых в одной будет несколько более песка, то они, находясь даже рядом, будут, несомненно, сильно различаться по содержанию перегноя. Г-н Докучаев в предыдущих словах отрицает возможность существования таких нормальных почв, — всякая почва, отличающаяся по содержанию перегноя от некоторых нормальных, без дальнейших рассмотрений признается анормальною, т. е. измененной впоследствии. Первоначально же все почвы (так следует из предыдущего), несомненно, были одинаковы.

Из приведенных выше слов г. Докучаева можно видеть, что вообще он считает свою схему критерием нормальности или ненормальности почв. Подтверждение этому мы находим и на карте г. Докучаева: в восточной России, например в Николаевском и Бузулукском уездах, почвы, названные «ровное поле», «ровный выпуск» и т. д. без всякого указания на их ненормальность, не приняты в расчет при составлении карты, потому что в них содержится на 6—7% перегноя меньше, чем следует на схеме. Вместо того, чтобы в подробности сперва решить, нормальна или ненормальна почва, и затем уже на основании этого составлять карту, принят был иной способ ее составления: сперва определялось, каким содержа-

---

* Т. е., заметим мы, измененных впоследствии.

нием отличается большинство почв данной местности, и эти почвы считались нормальными. Затем все остальные почвы, отличающиеся от большинства по содержанию перегноя, признаны анормальными, причем руководством для этого служили не действительные условия залегания данных почв, а только несходство их с другими, их несогласие с принятой схемой.

Особенно резкий пример такого способа решения вопроса о нормальности и ненормальности почв представляет следующий случай: г. Докучаев на стр. 20 своей брошюры «Схематическая почвенная карта и т. д.», приведя таблицу почв, содержащих 7—10% перегноя, делает к ней следующее примечание: «*Не подлежит никакому сомнению*, что к этому же типу почв принадлежит и чернозем Бирзулы, Балтинского уезда, хотя в нем и оказалось гумуса свыше 11%»; в точности в нем содержится 12.247% перегноя. «*Уверен*, что это случайность, объясняющаяся тем, что на том месте, где взят мною образец, могли когда-нибудь стоять постройки, стога сена, соломы, сюда могли сваливать навоз и пр. и пр.».

Высокое содержание перегноя в черноземе Бирзулы не может быть объяснено теми случайностями, на какие указывает г. Докучаев. На местах бывших построек, на стоянках для скота или на местах, где сваливался навоз, растительность обыкновенно не такова, как в степи, не подвергавшейся резким изменениям; даже на тех местах, где происходила усиленная пастьба скота, растительность отчасти изменяется; так, например, в таких случаях в Харьковской губ. появляется очень много полынца (Linosyris villosa) и мелкой полыни (A. austriaca), которые в степях обыкновенно растут в большом количестве только на местах до некоторой степени солонцеватых. На местах бывших деревень, даже 40 лет спустя после их сноса, я видел в Воронежской губ. такое обильное произрастание растений мусорных мест (лебеды, белены, дурмана и т. п.), что места эти еще издали можно было заметить и тотчас же отличить от мест, не бывших под постройками.

Факты подобного рода замечены не мною одним: «Несомненно некоторое сходство венгерской галофитной растительности, — говорит Кернер,* — с той флорой, какая наблюдается на стенах домов, на улицах и на мусорных местах деревень и городов. Особенность почвы, вследствие которой растениям здесь и там представляется большое количество растворимых солей, достаточно поясняет это совпадение».

Что же касается стогов сена и соломы, то каким образом, спрашивается, могут они способствовать накоплению органических веществ в почве? Стога устраняют совершенно доступ воды и ограничивают доступ воздуха к поверхности почвы, занимаемой ими. Вследствие этого под стогом почва сохраняется в том состоянии, в каком она была до постановки стога; только после того, как стог будет убран, в ней начнутся те изменения, какие происходили в почве соседних мест, ничем не занятых. Если же стог останется неубранным и сгниет на месте, то под ним изменения произойдут такие же, как в лесной почве под гниющей подстилкой, из которой, как мы видели, почва не получает сколько-нибудь значительного количества органических веществ.[70]

Высокое содержание перегноя в почве из Бирзулы г. Докучаев считает невероятным потому, что *из всех исследованных 48 образцов юго-западной России «ни один не содержит в себе гумуса более 7.625%»*. Следовательно, способ заключения таков: «если большинство почв не содержит такого количества перегноя, то и меньшая часть их содержать не может этого количества». Такова вера г. Докучаева в невозможность изменчивости почв, в их однообразие.

Спрашивается, на чем основана эта уверенность? Что сделано для доказательства того, что почвы на обширных пространствах действительно однообразны по своим особенностям? Какими исследованиями показана несправедливость общепризнанного положения об изменчивости почв?

---

* A. Körner. Das Pflanzenleben der Donauländer. S. 69.

Первоначально схематическая карта чернозема составлена на основании определений перегноя в 207 почвах, из которых 46 признаны почвами ненормальными. Следовательно, г. Докучаев считал достататочным для составления почвенной карты всей черноземной области в 80—100 миллионов десятин всего 161 анализ, т. е. по два анализа на миллион десятин. Впоследствии число анализов возвысилось до 286.* Если признать, что в это число входит 20—25% ненормальных (по г. Докучаеву) почв и что кроме черноземных, в указанное число входит некоторое количество почв из нечерноземной области, то окажется, что для обозначения так называемых изогумусовых полос по всей области чернозема послужили каких-нибудь 200 анализов. На площадь в 80 миллионов десятин это даст один анализ на 400 000 десятин, или на 3800 квадратных верст. Такая площадь представляет квадрат, сторона которого несколько более 61 версты, таково же среднее расстояние между теми пунктами, с которых взяты образчики почв для построения изогумусовых полос на карте, приложенной к книге «Русский чернозем». Найдя два образца почв с пунктов, отдаленных один от другого слишком на 60 верст, сходными между собой, можно ли иметь уверенность, что все почвы, находящиеся между этими двумя, тоже должны быть сходны между собой. Г-н Докучаев уверен, что они должны быть одинаковы; мы, напротив, считали бы факт удивительным до границ сверхъестественного, если бы на таких больших расстояниях почвы оказались совершенно сходными.

Так как до настоящего времени никем не было произведено исследований над изменчивостью черноземных почв на незначительных расстояниях, то я решаюсь представить результаты своих исследований по этому предмету над почвами Тургайской и Уральской областей и губерний Уфимской, Оренбургской, Воронежской, Харьковской, Екатеринославской,

* Нужно заметить, что эта прибавка анализов произошла главным образом на счет исследований почв Нижегородской губ., так что для других мест дело осталось в прежнем виде.

Таврической, Киевской и некоторых других. За исключением весьма немногих (не более 15), образцы почв взяты мной самим и притом в большинстве случаев с мест непаханных, потому что культура, как указано в другом месте настоящей книги, должна понижать содержание в почве перегноя; при различной продолжительности культуры действие ее, несомненно, будет неодинаково, и вследствие этого результаты исследования могут быть затемнены этим побочным обстоятельством; кроме того, распаханные почвы легко смываются, тогда как на местах задерневших этого нигде не замечается. Считаю необходимым прибавить, что я брал всегда только образцы неизмененного чернозема; так как мои наблюдения и исследования над черноземом начаты еще в 1876 г., то я мог приобрести достаточную опытность в этом. Я никогда не брал образцов чернозема наносного, снесенного с высоких мест в низменности, но всегда предварительно удостоверялся, что на месте выемки почва имеет нормальное строение.

В таблицах везде показано содержание перегноя в почвах, высушенных при 105—110°. Все без исключения определения сделаны мной самим. Перегной вычислялся по количеству угольной кислоты, получаемой при окислении перегноя хромовой кислотой в присутствии серной кислоты. Необходимость исследования большого количества почв побудила меня избрать этот наименее точный способ определения, и, кроме того, я остановился на нем по той причине, что и посредством других приемов мы можем определить содержание перегноя в почвах только приблизительно.

А. Воронежской губ., Бобровского уезда, близ села Хреновего. На земле Хреновского конского завода

1. Подошва очень пологого северо-восточного склона; растительность смешанная, главным образом из Poa pratensis и Festuca ovina; из других растений более всего Fragaria и Veronica sp.? Верхние 6 дюймов . . . . % 5.602

2.	Невдалеке от подошвы склона. Из злаков только Festuca ovina. Верхние 6 дюймов	% 5.755
3.	Дальнейший подъем по наклону. Растительность та же	10.022
4.	То же место. Почва с глубины от 15 до 21 дюйма	6.841
5.	Дальнейшее повышение по тому же направлению с такой же растительностью. Верхние 6 дюймов	7.042
6.	Наиболее высокая часть степи в этой местности; отсюда начинается юго-западный склон к лесу на болотистом месте. Верхние 6 дюймов	6.987
7.	С того же места почва от 15 до 21 дюйма	4.424
8.	Понижение к лесу. Festuca ovina и Stipa pennata. Верхние 6 дюймов	9.731
9.	С того же места на глубине от 15 до 21 дюйма . . .	7.288
10.	Дальнейшее понижение; растительность та же. Верхние 6 дюймов	7.601
11.	С того же места на глубине от 15 до 21 дюйма . . .	5.262
12.	Низменное место в полуверсте от леса и болота. Растительность та же. Верхние 6 дюймов . . .	9.066
13.	С того же места на глубине от 15 до 21 дюйма . . .	6.067
14.	За лесом низменное место, начало северо-восточного склона. Растительность по преимуществу луговая (Poa pratensis). Верхние 6 дюймов	9.170
15.	Средняя часть склона (очень пологого). Растительность степная, главным бразом Festuca ovina и изредка Stipa pennata. Верхние 6 дюймов . . .	10.844
16.	Вершина подъема. Растительность степная. Верхние 6 дюймов	9.229
17.	Низменная часть по окончании юго-западного склона. Степная растительность. Верхние 6 дюймов	8.505
18.	Вершина нового. довольно крутого северо-восточного склона. Степная растительность	7.987

19.	Половина очень крутого юго-западного склона за вершиной № 18. Верхние 6 дюймов	% 8.403
20.	Низменная часть после склона. Луговая растительность в смеси со степной. Верхние 6 дюймов	5.418
21.	С того же места следующий слой в 6 дюймов	4.830
22.	3-й слой в 6 дюймов	3.625
23.	4-й » » 6 »	2.561
24.	5-й » » 6 »	2.587
25.	6-й » » 6 »	1.876
26.	7-й » » 6 »	2.294
27.	8-й » » 6 »	0.778
28.	9-й » » 6 »	0.364

Все приведенные образцы взяты по направлению прямой линии (юго-восток около 60°); расстояние между конечными пунктами № 1 и № 20 — около 15 верст. При выемке образцов почвы и при рассмотрении их на-глаз я не мог заметить между ними никакой разницы; только после высыхания некоторые из них казались несколько бледнее других, но вообще все они, как по своему положению, так и по другим особенностям, должны быть названы вполне нормальными.

Всего по этой линии исследовано 15 отдельных пунктов; соединяя вместе те, которые содержат более 9% перегноя, и относя в другую группу остальные почвы, мы получаем следующие результаты:

	%		
1	5.602	3	10.022
2	5.755	8	9.731
5	7.042	12	9.066
6	6.987	14	9.170
10	7.601	15	10.844
17	8.505	16	9.229
18	7.987		
19	8.403	Среднее . .	9.677
20	5.418		
Среднее . .	7.256		

Следовательно, из 15 почв 9 содержат перегноя средним числом 7.256%, а 6 остальных — 9.677%. Разность между этими средними величинами равна 2.4%. Разность между наибольшим и наименьшим содержанием перегноя равна 5.426%.

В другой части той же местности, приблизительно в 5 верстах от № 1 к северу и верстах в 12 от № 20 к западу, исследованы следующие почвы:

	%
29. Место возле леса с сильно песчаной почвой. Преобладающие растения Potentilla argentea и Chrysanthemum laucanthemum. Из злаков Festuca ovina в незначительном количестве. Верхние 6 дюймов	2.280
30. То же место, 2-й слой в 6 дюймов	2.074
31. » » 3-й » » 6 »	1.308
32. » » 4-й » » 6 »	1.300
33. » » 5-й » » 12 »	0.465
34. » » 6-й » » 12 »	0.261
35. Высокое место (вершина пологого бугра), около версты от пункта № 29. Festuca ovina. Верхние 6 дюймов	4.488
36. В полуверсте от предыдущего места к западу. Вершина более высокого холма. Степная растительность	7.269
37. Саженях в 150 от № 36 к югу. Конец южного склона. Низменное место. Poa pratensis	5.085

В исследованной местности, за исключением образцов № 29—34, почва довольно легкая супесчаная. В 30 верстах по направлению к востоку от этой местности исследован чернозем на довольно тяжелом суглинке. Слой, заметно окрашенный перегнойными веществами, здесь около 2 футов, тогда как в местности, из которой только что приведены анализы, окрашивание доходит до 3—3½ футов. В этой новой местности (в Мечетской степи) взяты и исследованы следующие образцы:

38. Семилетний перелог, поросший сплошь бурьянистыми растениями (в большом количестве сплошными площадками роскошно растущая Artemisia absinthium). Новь на этом месте пахана 5 лет подряд. Местность возвышенная, ровная. Верхние 6 дюймов	% 10.654
39. При подошве северного склона. Чистая Festuca ovina. Верхние 6 дюймов	6.882
40. То же место. Следующие 6 дюймов	4.174
41. То же место. 3-й слой в 6 дюймов	1.693
42. Ровное, довольно высокое место. Сплошной ковыль (Stipa pennata). Верхние 6 дюймов	8.708

В этой степи, следовательно, тоже оказались значительные различия в содержании перегноя, и притом замечательно, что как возле Хренового, так и здесь наименьшее содержание перегноя найдено в почве низменных мест, тогда как некоторые думают, что в низменных местах чернозем более богат органическими веществами.

Дальнейшие исследования по тому же вопросу произведены в Старобельском уезде, Харьковской губ.

Б. Исследования на земле Стрелецкого конского завода. В 5—15 верстах от станции Чертково, Козлово-Воронежско-Ростовской железной дороги

Земля расположена по обеим сторонам речки Меловой; юго-восточный склон к ней крут, и местами здесь есть высокие меловые холмы; склон в некоторых местах представляет обнажение мела, едва задерневшее. Поднявшись кверху по этому склону, мы находим довольно плоскую высокую равнину, местами с незначительными повышениями и понижениями. С этой, сравнительно меньшей части взяты следующие образцы:

43.	На вершине склона к Меловой. Старый перелог. Верхние 6 дюймов	% 7.939
44.	Возвышенное место, около версты от начала крутого склона	5.116
45.	При начале склона. Супесчаная серая земля . . .	3.331
46.	Небольшая плоская вершина отдельного холма. Чернозем, очевидно, образовался в мелу; в верхнем уже слое попадаются кусочки мела. Ниже на склоне выклинивается суглинок. Верхние 6 дюймов	7.806
47.	То же место. Следующие 6 дюймов	4.480

По другую сторону речки низменный ровный луг (преимущественно Poa pratensis); затем начинается подъем от речки (северо-западный склон), в общем довольно крутой, но состоящий как бы из нескольких отдельных террас, т. е. отлогие части подъема сменяются крутыми. Здесь по направлению одной прямой линии на протяжении около 10—11 верст взяты следующие образцы почв:

48.	Низменный луг (Poa pratensis). Верхние 6 дюймов	% 7.506
49.	То же место. На глубине от 12 до 24 дюймов . .	3.970
50.	Подъем только что начался. Растет, главным образом, Linosyris villosa (полынец, по местному названию). Верхние 6 дюймов	6.807
51.	Отлогая, более высокая часть склона. Linosyris villosa и Caragana frutescens. Верхние 6 дюймов	7.471
52.	Дальнейший подъем. Смесь Bromus erectus, Stipa pennata, Linosyris villosa и Caragana frutescens. Верхние 6 дюймов	7.050
53.	Еще выше, Stipa pennata, Bromus erectus, Koeleria cristata. Верхние 6 дюймов	7.156
54.	Высшая точка подъема. Растительность та же, что и на предыдущем месте. Верхние 6 дюймов . . .	7.182

55. На половине спуска в низменную долину.	%
Ковыль и Festuca ovina. Верхние 6 дюймов . . .	6.900
56. В низменной долине, совершенно ровной. Растительность та же. Верхние 6 дюймов	6.773
57. Подъем из долины (северо-западный склон). Верхние 6 дюймов	7.026
58. Дальнейший подъем из той же долины. Верхние 6 дюймов	8.282
59. За небольшой балкой подъем значительной высоты. На половине его Stipa pennata и Festuca ovina. Верхние 6 дюймов	7.405

Наконец, в той же части степи взяты следующие образцы:

60. В самой высокой части степи. Отсюда склон во все стороны. Ковыль. Верхние 6 дюймов	7.268
61. На южном слабом склоне, 6-летняя залежь. Новь пахана 5 лет. Верхние 6 дюймов	5.106
62. Ковыльное место. Слабый южный склон	6.630

Описанная местность отличается замечательным однообразием в содержании органических веществ почвы, но все-таки (если не считать № 45, как исключительный) разница между некоторыми образцами может доходить до 3%. Все дело в том только, что почвы с исключительно высоким содержанием перегноя (8.3%) и почвы с малым содержанием его (до 5.1%) встречаются здесь сравнительно редко.

И здесь, однако, мы можем до некоторой степени видеть разницу между северными и южными склонами, хотя она не выражена резко, но вообще в склонах, обращенных к югу, содержание перегноя не достигает 7%, тогда как на северных оно почти во всех без исключения случаях больше 7%.

В. Образцы чернозема с дачи Лимаревского конского завода, близ Беловодска

63. В северной части дачи; высокий холм с отлогими склонами во все стороны. Ковыль. Много Tri-

folium montanum и Phlomis tuberosa. Верхние 6 дюймов	% 8.524
64. Южный склон этого холма к балке (отвершек Журавки). Редкий ковыль, Trifolium montanum и Phlomis tuberosa. Верхние 6 дюймов	3.449
65. В широкой долине отвершка Журавки. Поверхность ровная. Те же растения, кроме Trifolium montanum. Верхние 6 дюймов	4.238
66. Перевал между Журавкой и отвершком Журавки; высокая равнина с едва заметным подъемом к востоку. Ковыль. Верхние 6 дюймов	6.000
67. Половина южного склона в балку Журавку. Ковыль. Triticum cristatum. Верхние 6 дюймов	4.251
68. Плоская низменная долина Журавки. Ковыль и Festuca ovina. Верхние 6 дюймов	6.790
69. Половина подъема (северного склона к Журавке) к высокому перевалу между балками Журавкой и Безбожной. Чистый ковыль. Верхние 6 дюймов.	7.932
70. Возвышенность, замечательно ровная и обширная, между балками Журавкой и Безбожной. Верхние 6 дюймов	5.861
71. Высокая равнина, пройдя балки Безбожную и Крутую, близ балки Водяной. Верхние 6 дюймов . . .	6.418
72. Южный склон в водяную балку. Много Artemisia austriaca и Verbascum phoeniceum. Верхние 6 дюймов	2.603
73. Половина очень высокого и крутого подъема из Водяной балки (северного склона к ней). Чистый ковыль. Верхние 6 дюймов	8.388
74. Плоская высокая равнина между Водяной и Крутой балками. Верхние 6 дюймов	7.849
75. Бугор между балками Крутой и Крейдяной. Ковыль. Linosyris villosa. Euphorbia. Верхние 6 дюймов	6.248

	%
76. То же место. Следующие 5 дюймов	3.556
77. То же место. 3-й слой в 6 дюймов	1.395

Все перечисленные образцы взяты по направлению одной прямой линии с севера на юг; расстояние между крайними пунктами (63 и 75) более 8 верст.

В этой же части степи взяты следующие образцы:

78. Ковыльное место. Высокая часть. Восточный склон к реке Деркуль. Верхние 6 дюймов . . .	8.173
79. Солонцеватая земля. Юго-восточный склон в вершине Водяной балки. Linosyris villosa и Artemisia austriaca. Верхние 6 дюймов	2.416
80. В расстоянии двух аршин от предыдущего пункта. Чистый ковыль. Верхние 6 дюймов	5.550
81. Низменная озеровидная долина в верховье речки Дубовца. Верхние 6 дюймов	6.030
82. При подошве западного довольно крутого склона в эту долину. Ковыль и типец. Верхние 6 дюймов	6.652
83. Выше по тому же склону. Ковыль и типец. Верхние 6 дюймов	7.613
84. За вершиной склона. Ровная поверхность. Ковыль. Верхние 6 дюймов	7.847
85. Невдалеке от предыдущего места. Ровная поверхность. Верхние 6 дюймов	7.301
86. В полуверсте от предыдущего места. Ровная поверхность. Верхние 6 дюймов	6.403
87. Близ вершины весьма высокого, но постепенного южного склона на реке Деркуль (длина склона около 6 верст). Верхние 6 дюймов	5.705
88. Следующие 6 дюймов на том же месте	4.075
89. На том же месте 3-й слой в 6 дюймов	3.237
90. На том же месте 4-й слой в 6 дюймов	2.263
91. Северный весьма крутой склон к реке Деркуль.	

	На $^{1}/_{3}$ его снизу; известковое обнажение, мало задерневшее. Углекислой извести 16.712%. Верхние 6 дюймов	% 4.075
92.	Тот же склон на $^{1}/_{3}$ сверху. Растительность густая. Углекислой извести 5.543%. Верхние 6 дюймов .	8.267
93.	Невдалеке от предыдущего склона. Возвышенная, совершенно ровная площадь. Верхние 8 дюймов .	7.606
94.	На том же месте. Следующие 16 дюймов	2.795

В этой степи мы находим, напротив, большое разнообразие в содержании органических веществ в почвах, и это разнообразие подчиняется известной законности. Чтобы яснее видеть это, расположим сообщенные выше цифры в следующие таблицы:

№ почв	На высоких буграх и равнинах (%)
63	8.524
66	6.000
70	5.861
71	6.418
74	7.849
75	6.248
84	7.847
85	7.301
86	6.403
Среднее . . .	6.939
Разница между наибольшим и наименьшим	2.663

№ почв	В низменных долинах между берегами балок (%)
65	4.238
68	6.790
81	6.030
Среднее . . .	5.686

Разница между наибольшим и наименьшим	2.552

№ почв	На восточных, западных и северных склонах (%)
69	7.932
73	8.388
78	8.173
82	6.652
83	7.613
92	8.267
Среднее . . .	7.838
Разница между наибольшим и наименьшим	1.736

№ почв	На южных склонах (%)
64	3.449
67	4.251
72	2.603
80	5.650
87	5.705
Среднее . . .	4.332
Разница между наибольшим и наименьшим	3.102

Из этих таблиц видно, что наибольшим содержанием перегноя отличаются северные, восточные и западные склоны; за ними следуют высокие равнины; гораздо беднее перегноем почвы в низменных долинах, а всего беднее — почва южных склонов.[71] Дальнейшие исследования покажут, в каких других местностях окажется такое же распределение перегноя.

Вместе с тем цифры этих же таблиц показывают, что даже между местами, сходными по положению, бывают значительные различия в содержании перегноя; на высоких равнинах

есть места с 5.9 и с 8.5% перегноя; в низменных долинах разница между найденным наибольшим и наименьшим содержанием перегноя доходит до 2.5%, и т. д. В дождливые годы, благоприятные для растительности, не столь легко заметить разницу в развитии растений на местах, богатых и бедных перегноем; но в годы сухие (каков был, например, 1882 год) разница в растительности на местах, отличающихся содержанием перегноя, была чрезвычайно сильна и тотчас же резко бросалась в глаза; там, где растительность беднее, и перегноя в почве меньше, и его тем меньше, чем хуже растительность.

Но даже зная это соответствие между составом почвы и растительностью и даже при достаточной опытности и после подробного предварительного осмотра местности едва ли можно ручаться за то, что исследователь сумеет в подобных местах взять, например, образец почвы, наиболее богатой перегноем; но если бы требовалось взять почву с содержанием перегноя приблизительно средним для данной местности, то подобную задачу нельзя признать разрешимой.

На всех местах, где взяты почвы, о которых теперь идет речь, нельзя найти ни малейших следов смывания. Впрочем, если бы оно было, то, конечно, чернозем скорее всего был бы смыт с высоких мест и склонов; между тем только южные склоны оказались бедными по содержанию перегноя. Высокие места и остальные склоны оказались, напротив, самыми богатыми по содержанию перегноя. Низменности, куда мог бы сноситься богатый органическими веществами чернозем, оказались, наоборот, бедными по содержанию органических веществ. Все это резко противоречит возможности смывания чернозема и существования так называемых г. Докучаевым анормальных почв в местностях, не подвергавшихся распахиванию. Впрочем, о размывании чернозема мы подробно будем говорить в следующей главе, а теперь обратимся к дальнейшему обзору фактов, показывающих изменчивость почв в черноземной области.

Г. Земля Новоалександровского конского завода. Около 30—45 верст к западу от Беловодска

		%
95.	Низменное, сильно солонцеватое место, к которому сходятся отлогие склоны со всех сторон. Верхние 6 дюймов	5.150
96.	В вершине Черемховой балки. По положению место подобно предыдущему. Столь же сильный солончак Salicornia. Верхние 6 дюймов	9.751
97.	В 4 саженях от предыдущего места. Низменная часть северного склона. Festuca arundinacea. Верхние 6 дюймов	10.134
98.	Возвышенная часть северного склона. Верстах в 4 от предыдущего места. Stipa pennata. Верхние 6 дюймов	10.105
99.	То же место. Следующие 6 дюймов	6.805
100.	» » 3-й слой в 6 дюймов	5.574
101.	» » 4-й » » 6 »	4.363
102.	» » 5-й » » 6 »	3.581
103.	» » 6-й » » 6 »	1.926
104.	Низменная часть невдалеке от реки Деркуль. Солончак, занимающий площадь около 10 кв. сажен. Верхние 6 дюймов	2.992
105.	Кружок в 1 аршин в поперечнике среди солончака № 104, покрытый кустами ковыли. Верхние 6 дюймов	4.368
106.	Возвышенная часть южного склона к реке Деркуль. Верхние 6 дюймов	5.677
107.	Солонцеватая земля (Linosyris villosa) на вершине юго-западного склона. Верхние 6 дюймов	4.693
108.	В двух аршинах от предыдущего места. Чистый ковыль. Верхние 6 дюймов	8.194

Исследованная местность интересна в том отношении, что ее приводит, между прочим, проф. Леваковский в доказательство того, что на склонах вообще чернозем беднее органиче-

скими веществами. Уже исследование предыдущей группы почв показало, что на некоторых склонах (северных) перегноя бывает больше, чем на местах ровных или на других склонах (западных и восточных). То же самое подтверждается и здесь образцами с пунктов № 98 и 106, между которыми разница заключается не в крутизне склонов, а в противоположном направлении их.

Д. Образцы почв Деркульского завода близ Беловодска

109.	Равнина средней высоты. Степная растительность. Верхние 6 дюймов	% 9.504
110.	Южный довольно пологий склон. Степная растительность. Верхние 6 дюймов	6.907
111.	Южный склон (отлогий) другой балки. Сплошные площади почти чистого эспарцета. Верхние 6 дюймов	8.435
112.	Вершина этого склона. Эспарцета совсем нет. Верхние 6 дюймов	8.534
113.	Низменная озеровидная долина недалеко от № 109. Верхние 6 дюймов	8.293
114.	Южный склон к этой долине. Солонцеватая земля. Linosyris villosa. Верхние 6 дюймов	5.370
115.	Более высокое положение сравнительно с предыдущим. Невысокая равнина. Ковыль. Верхние 6 дюймов	9.927
116.	Равнина еще более высокая и довольно обширная (около 1 кв. версты). Ковыль. Верхние 6 дюймов	7.058
117.	Наиболее высокий пункт при начале западного склона. Ковыль и типец. Верхние 6 дюймов . .	8.542

Следующие 5 образцов взяты на южном склоне так называемой Соленой балки, на протяжении не более 50 сажен поперек довольно крутого склона, на котором солонцеватые места на разной высоте перемежаются с хорошей почвой.

		%
118.	Нижняя часть склона. Ковыль. Верхние 6 дюймов	8.631
119.	Немного выше этого. Солонцеватая земля. Linosyris villosa. Верхние 6 дюймов	5.131
120.	Дальнейшее повышение. Солонцеватость почвы выражена сильнее. То же растение. Верхние 6 дюймов	4.418
121.	Более высокая часть. Начало ковыля. Верхние 6 дюймов	5.663
122.	Вершина склона. Почти чистый ковыль. Верхние 6 дюймов	8.280
123.	В низкой части северного отлогого склона к балке Itересток. Ковыль. Верхние 6 дюймов	9.152
124.	Выше этого места. Равнина. Ковыль. Верхние 6 дюймов	6.889
125.	Самое высокое место в этой части. Вершина очень плоского холма. Верхние 6 дюймов	6.701
126.	На середине довольно пологого склона к реке Деркуль, имеющего протяжение в 5—6 верст (западный склон). Ковыль. Верхние 6 дюймов	7.081

И в этой степи, где расстояние между наиболее отдаленными пунктами не превосходит 10 верст, мы видим разницу в содержании перегноя на местах, сходных по положению (например, № 115 и № 124), доходящую до 3%.

Е. Из Екатеринославской губ., Славяносербского уезда, из одного необширного имения

		%
127.	Верхний слой почвы в 4 вершка глубиной	5.45
128.	» » » » 4 » »	4.85
129.	» » » » 4 » »	4.70

В этом случае мы не находим значительных разниц в содержании перегноя, хотя по составу почвы довольно разнообразны, так, например, в № 127 содержится 2.50% $CaCO_3$

и 18.84% цеолитных веществ, а в № 129 — 0.11% $CaCO_3$ и 30.28% цеолитных веществ.

Ж. Из Воронежской губ., Павловского уезда, из одного имения

	%
130. Верхний слой в 4 вершка. Полевая земля	5.149
131. » » » 4 » » »	7.369
132. » » » 4 » » »	9.288

Здесь, наоборот, разница на незначительных расстояниях доходит до 4%. Разница в этом случае обусловливается, повидимому, разностью состава минеральной части этих почв, потому что в них найдено:

	№ 130	№ 132
	%	%
Цеолитных веществ . . .	12.2	25.6
Глины	7.3	24.1
Песку	65.3	38.2

Почва № 131 подобна по составу № 132, но содержит на 4% менее глины и более песку.

З. Почвы из Восточной России. Следующие образцы взяты из Уфимской губ. и уезда, в 40 верстах к западу от Уфы

	%
133. Юго-западный, довольно крутой склон к реке Деме. Верхняя часть его. Festuca ovina. Верхние 6 дюймов	12.565
134. Ниже по тому же склону. Более крутая часть его. Растительность та же. Верхние 6 дюймов . . .	10.646
135. Еще ниже по тому же склону. Растительность та же. Верхние 6 дюймов	10.572
136. Перерыв подъема. Горизонтальное возвышенное место со степной растительностью. Верхние 6 дюймов	11.542
137. Нижняя отлогая часть склона. Луговая растительность. До глубины 6 дюймов	8.731

		%
138.	Посредине почти ровного луга, едва заметно склоняющего к реке Деме. Луговая растительность. Верхние 6 дюймов	12.667
139.	По другую сторону реки Демы. Низменный луг с луговой растительностью. Верхние 6 дюймов	9.607
140.	Северо-западный склон, очень отлогий. Нижняя часть его. Верхние 6 дюймов	8.248
141.	Выше на том же склоне. Верхние 6 дюймов	8.355
142.	То же место. Следующие 6 дюймов	5.960
143.	Вершина с плоскими склонами во все стороны. Ковыль и вышенник. Верхние 6 дюймов	9.570
144.	Юго-западный склон предыдущей вершины, очень отлогий. Верхние 6 дюймов	7.484
145.	Саженях в 100 от конца этого склона на небольшой речке. Верхнис 6 дюймов	8.544
146.	Западный, очень пологий склон от вершины № 143. Верхние 6 дюймов	7.103
147.	Ниже по тому же склону. Верхние 6 дюймов	8.580
148.	Верстах в 7 от предыдущего места, близ селения Чишма. Ровное поле. Верхние 6 дюймов	9.318
149.	Верстах в 8 к северо-востоку от № 143. На половине северо-западного склона. Верхние 6 дюймов	8.609
150.	Верхняя часть того же склона. До глубины 6 дюймов	7.475
151.	Возвышенное с легким уклоном место близ леса, несомненно, выросшего уже на черноземе. Верхние 6 дюймов	13.156
152.	Верстах в 3 от предыдущего. Ровное место. Верхние 6 дюймов	12.656
153.	Вершина высокой горы (в 1 версте от № 145, на другом берегу речки). Верхние 6 дюймов	10.880
154.	Неглубокая лощина, направленная с востока на запад, между предыдущей горой и следующей (№ 155). Верхние 6 дюймов	10.222

155.	В верхней части очень крутого южного склона второй горы. Верхние 6 дюймов	% 5.259
156.	На половине того же склона. Верхние 6 дюймов	5.347
157.	Ровная долина близ предыдущей горы. Верхние 6 дюймов	9.241
158.	Ровное место в той же земельной даче. Верхние 6 дюймов	9.290
159.	С того же места следующие 6 дюймов	6.230
160.	3-й слой в 6 дюймов	4.333
161.	4-й слой в 6 дюймов	2.195

Здесь мы видим еще большее разнообразие в содержании перегноя: на ровных местах или слабых уклонах мы находим почвы и с 13% перегноя (№ 151) и с 7% (№ 146), и как по положению почвы, так и по другим признакам нельзя назвать одну из этих почв нормальной, а другую анормальной (в смысле Докучаева), обе они одинаково нормальны. В некоторых случаях на крутых склонах (№ 133—135) содержится значительно больше перегноя, чем на некоторых ровных местах и слабых склонах; в других случаях на склонах (№ 155 и 156) почва оказывается наиболее бедной по содержанию перегноя. Насколько можно было судить по состоянию дерна (я был здесь довольно рано весной, когда трава еще не успела достаточно вырасти), и здесь, как следовало ожидать, богатство почвы перегноем совпадает с силой развития растительности.

По направлению от Уфы к востоку чернозем исчезает на расстоянии 40—45 верст; здесь начинается лес, под которым суглинистая (в большинстве случаев) почва нисколько не окрашена перегноем. Но внутри Уральских гор, между несколькими отдельными хребтами их, есть обширное и возвышенное плато, большей частью ровное, но местами и с возвышениями в виде отдельных холмов. На этом плато нет леса и, вероятно, никогда не было, потому что почва здесь черно-

земная; к сожалению, здесь я мог взять только один образец почвы с высокого холма, по которому разбросаны крупные камни вроде валунов. Про этот образец у меня сделана отметка: «почва, повидимому, беднее органическими веществами, чем в других местах того же плато». При исследовании в нем найдено перегноя:

162. До глубины 6 дюймов 13.863

За Уральским хребтом, по почтовой дороге в Троицк, чернозем появляется за Кольской станцией и отсюда до Троицка представляется довольно однообразным. Я не мог сделать здесь остановки, чтобы исследовать его изменчивость, и взял только один образец (на ковыльном месте).

163. До глубины 6 дюймов. Ровное место 8.674

За Троицком в степи повсюду сплошной чернозем. Местность вообще поразительно ровная; в тех местах, где в степи есть озера, понижение к ним совершается едва заметно, и только возле озер уклон делается заметнее, хотя вообще остается очень слабым. Степи заняты по преимуществу типцом (Festuca ovina) и тонконогом (Koeleria cristata). Ковыль попадается большей частью отдельными сплошными площадями, обыкновенно не очень больших размеров, десятин по 100—200.

Здесь по положению почвы можно было ожидать, что она будет совершенно одинакова на значительных расстояниях, потому что на десятки и даже сотни верст едешь по совершенно ровной степи, не встречая ни углублений, ни возвышений. Поэтому я здесь взял только 4 образца почвы, верстах в 120 от Троицка к востоку, близ урочища (озера) Сочи, полагая, что здесь никакого разнообразия не встречу. Образцы взяты по направлению одной прямой линии (с юго-запада на северо-восток), расстояние между крайними пунктами около 4 верст, и образцы взяты на равном (приблизительно) расстоянии один от другого. Я выбрал только такое место,

где площади тонконога (Koeleria) сменялись площадями ковыля и типца:

	%
164. Чистый типец. Верхние 6 дюймов	7.248
165. Koeleria cristata. Верхние 6 дюймов	6.978
166. Чистый ковыль. Верхние 6 дюймов	6.920
167. Чистый ковыль. Верхние 6 дюймов	8.882

Цифры эти показали, вопреки ожиданиям, что и здесь, при условиях, повидимому, совершенно тождественных, изменения в содержании перегноя могут доходить до 2%; может быть, при большом количестве взятых почв колебания получились бы и больше. Впоследствии, осмотревши степи между Оренбургом, Бузулуком и Уральском, я очень сожалел, что не взял больше образцов у Троицка, потому что между указанными тремя городами и за Уралом к востоку почва сильно изменяется буквально на каждом шагу и притом на местах совершенно ровных.

При переезде от Троицка до Орска я не мог собрать многих почв с одной местности, и мною взят был образец почв только в 10 верстах южнее Верхнеуральска. Взят он был только потому, что в этой местности растительность так роскошна, что ни прежде, ни после я ничего подобного не встречал. Сплошной ковыль (с редкими кустами чилиги — Caragana frutescens) был более аршина ростом, и каждый куст его заставлял невольно удивляться замечательному развитию его листьев и стеблей. Эта почва:

168. До глубины 6 дюймов на половине восточного склона (средней крутизны) содержала перегноя	16.341

т. е. оказалась наиболее богатой органическими веществами из всех взятых мною; рост травы на этом месте, таким образом, вполне соответствовал содержанию перегноя.

Возле Орска и по дороге от Орска к Оренбургу земля не богата органическими веществами. Хотя степи и покрыты

ковылем и типцом, но с ними вместе наполовину перемешан Triticum cristatum, что (как я замечал в разных местах) всегда указывает на некоторую солоноватость почвы. То же самое доказывалось еще тем, что на уплотненных местах (на дорогах и тропинках) было везде много Ceratocarpus arenarius, мелкой полыни и даже Salicornia. Из этой местности взяты следующие почвы:

169. В 10 верстах от Орска. Ковыль и Triticum cristatum. Земля несколько темнее, чем в других местах. До глубины 7 дюймов	5.565
170. В Губерлинских горах. На вершине очень высокого холма (выше всех окружающих его). Редкие кусты Koeleria. 6 дюймов	4.783
171. При начале Губерлинского ущелья. Koeleria и мелкая полынь. Очень высокий бугор. До глубины 5 дюймов. (Далее идет сплошной камень)	3.660

В окрестностях Оренбурга и между ним, Бузулуком и Уральском и южнее последнего землю всего правильнее можно назвать пестрой или пегой, — все равно на склонах ли или на ровных местах. Полосы и пятна черной земли сажени в 2—3 шириной и у́же этого перемешаны с такими же полосами и пятнами серой до различной степени солонцеватой земли. Эта изменчивость почвы одинаково резко заметна: распахана ли земля и ничем не засеяна, или же это степь, не тронутая плугом, или если это посевы пшеницы. В первом случае пятна на почве ясно различаются по цвету и имеют резкие очертания; где распаханная почва граничит с нетронутой степью, там видно, как бледносерая земля переходит в сизую степь, заросшую Linosyris villosa, Ceratocarpus arenarius или мелкой полынью; черная земля переходит в ковыльную степь.[72] В посевах пшеницы эти разные почвы отличаются тем, что пшеница или прекрасного роста (более $1^{1}/_{2}$ аршин), превосходно развитая во всех отношениях, или же она не более 4—6 вершков ростом,

с пожелтевшими засохшими концами листьев, и эти места резко граничат между собой. Раздвинувши стебли пшеницы, легко видеть, что под хорошей пшеницей везде чернозем, а под плохой — серая солонцеватая земля. Во всех этих местах, если бы по направлению одной линии систематически собирать образцы почв через каждые 2 сажени, попеременно пришлось бы брать землю то бедную, то богатую перегноем. Для того чтобы показать степень изменчивости почвы в этих местах, я взял следующие образцы:

		%
172.	В 40 верстах от Оренбурга к Востоку. Ковыль на возвышенном ровном месте. 6 дюймов глубины . .	5.609
173.	Саженях в 30 от предыдущего. Ковыль. На северном склоне. 6 дюймов глубины	6.569
174.	Верстах в 5 от предыдущего. Ковыль и типец, но преимущественно Ceratocarpus arenarius. 6 дюймов глубины	3.657
175.	В 3 саженях от предыдущего места. Хороший ковыль. Ceratocarpus нет. 6 дюймов глубины	9.300
176.	В 20 верстах к востоку от Оренбурга. Ковыль на ровном месте. 6 дюймов глубины	4.288
177.	В 4 аршинах от предыдущего. Чистый Linosyris villosa. 6 дюймов глубины	1.812
178.	В 10 верстах от Уральска к Востоку. Ковыль довольно редкий. На возвышенном месте. 6 дюймов глубины	4.745
179.	В нескольких саженях от предыдущего. Ровное высокое место. Роскошный чистый густой ковыль. 6 дюймов глубины	10.475
180.	Саженях в $1^1/_2$ от предыдущего. Такое же ровное и высокое место. Сплошной Ceratocarpus arenarius. 6 дюймов глубины	1.377
181.	В нескольких местах от Уральска к западу. Чернозем на ковыльном месте, рядом с совершенно светлой солончаковой землей. 6 дюймов глубины	12.232

Все эти почвы нормальные в смысле г. Докучаева; нельзя допустить иного предположения уже ввиду того, что изменчивость их наблюдается на расстоянии одной-двух сажен; тем не менее разница между ними настолько велика, что доходит до 11% перегноя. Даже разница между черноземными почвами на нескольких саженях (№ 178 и 179) доходит почти до 6%. Во второй части настоящего труда будут приведены убедительные (как я надеюсь) доказательства в пользу того, что такая разница в содержании перегноя обусловливается весьма небольшим (повидимому) различием в свойствах почв, но действие этого различия, суммируясь в течение долгого ряда лет, приводит к результатам, которые невольно возбуждают удивление, когда их видишь в первый раз.*

Южнее Уральска черноземные места становятся все меньше, реже и, наконец, совсем исчезают. Степь делается или сплошь солонцеватой, или же местами она наполовину, так сказать, освободилась от солей и на ней начинают поселяться редкие кусты ковыля между солончаковой растительностью. Местами здесь попадаются обширные площадки чистого пырея (Triticum repens), тянущиеся иногда на десятки верст, в особенности в пространстве между Уралом и Узенями, где происходит весною сток воды с Общего Сырта (поемные места по Уралу тоже заняты преимущественно T. repens и Bromus inermis. Под такими зарослями пырея взяты следующие почвы:

182. Южнее второй Чижинской станицы верст на 30. Близ обширного и сильного солончака, имеющего в поперечнике около 30—40 верст. До глубины 6 дюймов	% 3.842

* Некоторыми лицами частая смена черной и светлой земли объясняется действием сусликов, выбрасывающих светлую землю наверх. В наблюдавшихся мною случаях этого никогда не было, потому что светлая земля не покрывала чернозема, а была светла во всех слоях так же, как сверху.

183.	На 1/4 версты от предыдущего. Место выше и земля несколько темнее. До глубины 6 дюймов . .	% 5.367
184.	Южнее Березовского поселка. До глубины 6 дюймов	3.575
185.	К югу от Сломихина хутора верст 40. До глубины 6 дюймов	2.886

Не могу не заметить здесь, что при исследовании почв в восточной России трудно отказаться от мысли, что на месте теперешнего чернозема прежде были солончаки. На севере Уфимской и Оренбургской губ. везде почти сплошной чернозем, а солончаки на незначительных протяжениях представляют редкость. Дальше к югу на местах совершенно ровных солончаки [73] чередуются с черноземом, причем последний занимает все еще большую площадь. Еще дальше к югу солонцы уже становятся преобладающими, и, наконец, чернозем между ними появляется в виде редких островков незначительного протяжения. Трудно допустить, чтобы на совершенно ровных местах с самого начала земля на небольших расстояниях была бы столь же различна, как и теперь; воображение отказывается представить условия, при которых бы на пространстве двух-четырех квадратных саженей почва на половине этой площади могла быть богата солью и на другой половине лишена ее. Между тем, с другой стороны, если мы представим себе, что первоначально почва была везде одинаково богата растворимыми солями, но в разных местах была неодинаково проницаема для воды, то этим вполне удовлетворительно могут быть объяснены все теперешние разнообразия почвы. В самом деле, если предположить, что на 1 кв. сажени вода, просачивающаяся вглубь, уносит с собой в течение года на 1 золотник растворенных веществ более, чем с соседней квадратной сажени, то на пространстве десятины разница дает 25 фунтов растворимого вещества. Между тем для этого достаточно ничтожной разницы в проницаемости почвы, такой разницы, какая едва ли может быть замечена при искусственных опы-

тах над почвами. В 2000 лет это составит разницу в выщелачивании более чем на 1000 пудов с десятины. Не нужно забывать, что различие в этом, сперва ничтожное, сделается со временем больше, потому что почва, освобождаясь от соли, становится все более и более проницаемой для воды. Проницаемость почвы, нужно заметить, изменяется заметно даже на небольших расстояниях. Сделавшись более проницаемой в одном месте, почва тем самым препятствует выщелачиванию солей из почвы соседних мест.[74] Впрочем, об этом предмете, по связи его с физическими и химическими свойствами почв, мы будем подробно говорить в другой части настоящего труда.

И. Почвы из Великоанадольского лесничества, Екатеринославской губ., Мариупольского уезда

Здесь почвы были собраны по направлению двух перпендикулярных линий (с запада к востоку и с севера к югу). № 199 составляет точку пересечения линий. Сильных и резких повышений и понижений нет. Первые 6 образцов по линии от запада к востоку на просеке.

		%
186.	Верхние 6 дюмов	7.535
187.	» 6 »	6.809
188.	» 6 »	9.424
189.	» 6 »	8.482
190.	» 6 »	7.664
191.	» 6 »	6.946
192.	Северный склон. Верхние 6 дюймов	7.354
193.	Южный » » 6 »	7.796
194.	Северный » » 6 »	7.405
195.	Южный » » 6 »	6.321
196.	Ровное место. » 6 »	7.816
197.	» » » 6 »	7.385
198.	Северный склон. » 6 »	7.725

		%
199.	Ровное место. Верхние 6 дюймов	9.636
200.	Там же, 2-й слой в 6 дюймов	7.706
201.	» » 3-й » » 6 »	6.714
202.	» » 4-й » » 6 »	5.605
203.	» » 5-й » » 6 »	3.565
204.	» » 6-й » » 6 »	3.175
205.	» » 7-й » » 6 »	1.555

Расстояние между пунктами большей частью по 240 сажен и только между некоторыми 480 сажен. Колебания в содержании перегноя доходят до 3%, хотя земля большей частью довольно однообразна в этом отношении.

К. Почвы из Бердянского лесничества, Бердянского уезда, Таврической губ. (в 26—14 верстах от гор. Мелитополя)

		%
206.	С участка в 26 верстах от Мелитополя и в 15 верстах от Азовского моря к северу. Ровное место. Залог. Верхние 6 дюймов	4.095
207.	То же место, следущие 6 дюймов	3.293
208.	Там же, следующие 6 дюймов	1.852
209.	4-й слой в 6 дюймов	1.627
210.	В 2 верстах от № 206, столь же ровное место. Верхние 6 дюймов	7.303
211.	Саженях в 20 от предыдущего, едва заметный наклон к западу. Верхние 6 дюймов	11.252
212.	С другого участка в 900 десятин; в 14 верстах от Мелитополя к северо-востоку. Ровное место. Верхние 6 дюймов	4.253
213.	Из того же участка. Место с небольшим восточным наклоном, более низменное сравнительно с предыдущим. Верхние 6 дюймов	6.154
214.	То же место. Следующие 6 дюймов	4.022
215.	Там же, 3-й слой в 6 дюймов	3.121

216.	Там же, 4-й слой в 6 дюймов	2.145
217.	Там же, 5-й слой в 6 дюймов	1.547
218.	В 80—100 саженях от № 213, более возвышенное ровное место. Верхние 6 дюймов	1.248

В этой местности, подобно тому как и в восточной России, довольно часто встречаются солончаки, и на местах, давно не паханных, весьма нередко сплошь растет Salsola Kali. На обрывах реки Молочной, протекающей по одной границе второго из указанных у нас участков, на глубине $1^1/_2$ аршин, встречаются в почве белые полосы выветривающихся растворимых в воде солей, образующих местами довольно порядочные прослойки, так что из них соль можно вынимать кусочками. При смачивании водой на ладони соль легко растворяется. Вследствие смены между солончаками и обыкновенными почвами содержание перегноя здесь сильно изменяется на очень малых расстояниях; то же влияние оказывает большее или меньшее содержание кварцевого песка, изменчивое в этой местности; почва № 218, например, бедна перегноем не потому, что это солончак, а потому только, что это малоплодородная мелкозернистая почва с большим количеством песку.

Л. Почва Черниговской губ., Борзенского уезда, в 5 верстах от станции Плиски Курско-Киевской ж. д.

		%
219.	Верхний слой в 6 дюймов глубиной	8.112
220.	2-й » » 6 » »	5.182
221.	3-й » » 6 » »	3.920
222.	4-й » » 6 » »	2.842
223.	5-й » » 6 » »	2.112
224.	6-й » » 6 » »	1.467
225.	7-й » » 6 » »	0.513
226.	8-й » » 6 » »	0.703

Почва взята мною на ровном месте, причем я выбирал такую, которая была бы средней во всех отношениях. Местность здесь совершенно ровная.

Близ этого места в образцах, собранных г. Докучаевым вдоль линии Курско-Киевской железной дороги, оказывалось постоянно только 2—3% перегноя. В связи с этими образцами настоящая почва показывает, что содержание перегноя может подвергаться значительным колебаниям и в этих местностях.

В заключение приведу определение перегноя в почвах из двух местностей, весьма удаленных одна от другой и вместе с тем таких, где почвы во многих отношениях совершенно сходны между собой.

Почвы Уманского уезда, Киевской губ.

	%
227. Ровное место. Пахотная земля	3.667
228. Юго-западный склон, в 3 верстах от предыдущего	4.227
229. Восточный склон, в 1½ верстах от предыдущего	3.937
230. Такой же склон более слабый, в ½ версте от предыдущего	3.588

Почвы из Владимирской губ., переданные мне г. Никитиным

	%
231. Между Суздалем и селом Перебор	4.264
232. Близ села Перебор	4.051
233. На север от Суздаля	3.251
234. Юрьевского уезда, село Федоровское	4.602

Так как в этой части Владимирской губ. глубина почв, по наблюдениям г. Докучаева, доходит до 2 футов, то очевидно, что это настоящий чернозем.

Факты, сообщенные мной в настоящей главе, представляют, как я думаю, достаточное подтверждение тому, что содержание перегноя в почвах черноземной полосы строго согласуется с развитием растительности, насколько оно является изменчивым в зависимости от изменения состава и свойств тех первоначальных [75] почв, на которых приходилось поселиться растениям. И в самом деле, если мы думаем, что чернозем есть продукт растительности, то отсюда логически неизбежно следует, что состав его, или, точнее сказать, содержание в нем органических веществ, должно строго сообразоваться с развитием и характером растительности.

Раньше мы говорили, что накопление органических веществ в почвах может происходить только тогда, когда из запаса их в почве может разлагаться только незначительная часть; обращая теперь внимание на другую сторону предмета, мы должны сказать, что при равных условиях разложения накопление может быть быстрее в том случае, когда прирост растительной корневой массы будет больше; понятно поэтому, что на местах с лучшей растительностью мы видим и большее содержание перегноя. Поэтому, если образование перегноя определяется исключительно размером разложения органических веществ, то разница в его составе определяется размером прироста органической массы.[76]

В самом деле, если взять две почвы такие, что в них ежегодно разлагается 0.001 часть запаса органической массы, то при ежегодном приросте в 20 пудов и в 100 пудов на десятине обе почвы со временем обратятся в черноземные; но в первой может накопиться не более 20 000 пудов органического вещества, а в другой накопление его может дойти до 100 000 пудов, т. е. процентное содержание органических веществ в них будет далеко не одинаково.

Затем надо надеяться, что приведенные мной факты должны устранить последние сомнения (если еще есть у кого такие сомнения) в том, что чернозем образовался на месте исключительно благодаря растительности. Никаким наносом — ни

водным, ни атмосферным — нельзя объяснить столь сильной изменчивости в содержании перегноя на незначительных расстояниях. Возьмем, например, № 118—122, где на 50 саженях расстояния мы находим колебания в содержании перегноя от 8.4 до 4.4% только потому, что на одном месте растет ковыль, а на другом полынец; или обратим внимание на № 104 и 105 или № 79 и 80, или наконец, № 174 и 175, 178—180 и пр., где на нескольких аршинах расстояния мы находим разницу в содержании перегноя в несколько процентов, иногда до 9%. Иногда в середине небольшого солончака на ровном месте (№ 104—105) находится клочок земли с ковылем и тотчас же содержание перегноя изменяется.

Я не собирал всех примеров подобного рода, но мог бы собрать их сотни, в особенности из восточной России. Описание даже не может дать полной и столь же резкой картины этой изменчивости и того соответствия между составом почв и растительностью, какие наблюдаются на самом деле.

Наконец, я думаю, исследования мои достаточны для доказательства того, что стремление к определению изогумусовых полос и изогумусовых линий должно быть оставлено как основанное на недостаточных исследованиях и ошибочных предположениях. Собирая средним числом по одному образцу через каждые 60 верст и не обративши внимания на сельскохозяйственную литературу по вопросу об изменчивости почв, г. Докучаев легко мог притти к заключениям несправедливым. Надо надеяться, что если у нас будут работы по составлению почвенных карт, настоящие мои исследования будут приняты во внимание, тем более что они только подтверждают для черноземной полосы правила, уже давно установленные за границей для составления почвенных карт. Для составления карты какой-либо черноземной местности необходимо исследование многих образцов, взятых при различном характере рельефа; только после этого, когда будет замечена некоторая законность в изменчивости почв, можно надеяться на составление карты, близко соответствующей действитель-

ности.* Никогда, однако, нельзя надеяться, что будут найдены какие-либо полосы на всем протяжении черноземной области, где содержание перегноя колеблется в пределах от 1 до 2%; этого не может быть, потому что состав почвы вообще сильно изменчив, а вместе с этим изменчиво и развитие растительности, которой определяется накопление в почве перегноя. Правда, что установка изогумусовых полос упрощает почвенный вопрос до минимума, но и соответствие с действительностью этим доводится тоже до минимума. Убеждение г. Докучаева в существовании изогумусовых полос, положенных им в основу составленной им карты, отнимает всякое значение у его карты чернозема (за исключением более точного определения границ его); карта построена на основании гипотезы, совершенно произвольной и даже резко противоречащей точно установленным фактам, а потому она не выражает и не может выражать действительности.[77]

* Во всяком случае такая карта будет до некоторой степени схематической; при желании иметь точную карту нужно следовать правилам, установленным за границей, т. е. брать образцы почв через каждые 40—50 сажен, а в некоторых местах и чаще.



ГЛАВА X

ВЫМЫВАНИЕ, СМЫВАНИЕ И РАЗМЫВАНИЕ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ

Под именем *вымывания* я разумею здесь процесс, при котором вода, протекая по поверхности почвы или просачиваясь сквозь почву, удаляет из последней частицы более мелкие или же частицы, имеющие меньший удельный вес; при этом форма поверхности почвы может остаться неизменной. *Размыванием* я называю такой процесс, когда все вообще части почвы сносятся с водой, и тогда, следовательно, изменяется поверхность почвы не только на том месте, где снесенные частицы почвы отлагаются, но и там, где почва является размытой; здесь являются от этой причины большей или меньшей величины овраги. При *смывании* верхний слой почвы сносится весь с довольно обширных площадей, обнажая подпочву и, следовательно, не изменяя сразу и резко формы поверхности.

Вымывание является, таким образом, по результатам своего действия тождественным с отмучиванием, и на него по отношению к черноземным почвам первый, если не ошибаюсь, обратил внимание проф. Леваковский.[78] Следуя ему, придает большое значение вымыванию и г. Докучаев.

На основании многократных собственных наблюдений и некоторых соображений, изложенных ниже, я полагаю, что вымывание в смысле отмучивания мелких и удельно легких

частиц по отношению к почвам возможно только в самых ограниченных размерах и что только размывание и снос частиц может играть существенную роль и притом только на местах не задерневших.

Благодаря особенным обстоятельствам я уже несколько лет подряд ежегодно весной наблюдаю за процессами размывания и смывания и старался производить исследования над вымыванием (в смысле отмучивания) с целью определить глубину, до какой может вымывание обнаруживать свое действие.

Начну с явления, известного всем: если в ручье, речке или реке с песчаным дном провести легкую черту палкой, стараясь по возможности только прикасаться к поверхности дна, то ниже черты тотчас же появляется муть, скоро исчезающая, причем черта вскоре заравнивается. Из этого всем известного опыта можно видеть, что тотчас же под верхним слоем песка в русле рек и ручьев находится множество частиц, которые легко могли бы быть унесены водой (вымыты или отмучены), но что есть причина, устраняющая возможность этого явления.

Причина эта может быть тотчас же найдена, если только обратить внимание на то, что происходит в каком-нибудь ручье с довольно сильным падением весной. Вода в нем обыкновенно мутна, т. е. ручей отмучивает частицы, составляющие его русло; но вместе с тем по дну его перекатывается масса более крупных частиц; только те частицы остаются на месте, которые до того тяжелы и велики, что их вода даже перекатывать вниз не может. Через некоторое время вода в ручье осветляется, она даже не несет мелких частиц, потому что все они закроются частицами крупными, между которыми вода течь не может, — она скользит только по поверхности их; каких-нибудь два-три слоя крупнозернистого песка совершенно достаточно, чтобы находящиеся под ними самые мелкие частицы не уносились водой. Русло реки является приспособленным к скорости течения воды, и если бы не было никаких изменений в берегах, то русло реки было бы при таких условиях прочным: изменения в нем могли бы быть только весьма не-

значительные. Но у реки подмываются постоянно берега, точно так же как и у ручьев, речек и т. п.; зимой берега осыпаются вследствие отмораживания наружных слоев их и т. п. При этом в воду падает масса частиц разной крупности, из которых произойдет отмучивание; весною масса воды и скорость ее течения изменяются, и поверхность русла, будучи приспособлена к течению воды при определенном давлении и при определенной скорости, теперь снова изменяется; но и при этом, для того чтобы могли быть унесены мелкие частицы, способные оставаться взмученными, необходимо, чтобы крупные частицы были сперва снесены с поверхности русла, т. е. чтобы мелкие частицы были обнажены до непосредственного соприкосновения с текущей водой. В этом случае, следовательно, происходит в сущности снос всех частиц, а не отмучивание одних только мелких и легких.

В черноземной почве, заросшей травой, условия для отмучивания и сноса в высшей степени неблагоприятны. Хотя падающая дождевая вода может механически разбивать слипшиеся между собой частицы и помогать взмучиванию частиц мелких, но действие ее во всяком случае ограничивается очень незначительным поверхностным слоем. Взмученные частицы, двигаясь по наклону, встречают тысячи густых кустов травы, действующих подобно фильтру, т. е. задерживающих частицы; перекатывание частиц крупных возможно еще менее благодаря тем же кустам травы. Поэтому все действие ограничивается тем только, что частицы заседают в кусте, образуя со временем несколько возвышенную кочку. Как только это сделалось, то результаты отмучивания и переноса частиц во время сильного дождя уничтожаются каждым слабым дождем, при котором поверхностного стекания не бывает; тогда капли дождя сбивают с кочек частицы земли в промежутки между кочками, т. е. переносят их на те же места, где они были прежде.

При густом росте травы, когда почти нет свободных промежутков между стеблями, падающий дождь, ударяющий в стебли, не действует механически на почву, и смывание тогда

еще менее возможно. От всех этих причин вода, стекающая по поверхности луга или нетронутой степи, всегда совершенно прозрачна; только на дорогах и тропинках она сносит частицы земли и тогда является мутной. Даже в задерневших балках, где течение бывает очень сильно, вода остается прозрачной, и только, проходя по размытым оврагам с обнаженными берегами и дном, она сильно мутится.

Кроме того, надо заметить, что поверхностные слои степной почвы при их плотности, при содержании в них растворимых солей, препятствующих разъединению частиц водой, и при густом войлоке растительных корней, проходящих во всевозможных направлениях, вообще не поддаются вымыванию и размыванию. Я полагаю, что едва ли можно найти указания и едва ли кто наблюдал, чтобы в степях, не тронутых человеком, когда-либо началось образование оврага на почве с замкнутой дерном поверхностью. Вообще размывание оврагов в степях вполне подтверждает все сказанное нами выше.

Мне, к сожалению, не известно, существуют ли детальные описания того, каким образом начинаются и размываются овраги среди задерневшей почвы, и потому я решаюсь сообщить здесь свои наблюдения по этому предмету.*

При всех своих наблюдениях я везде без исключения заметил, что *берега оврагов никогда не размываются, а всегда подмываются*.

Начало оврагу полагается всегда разрушением дерна от какой-нибудь причины, чаще всего образованием трещины по направлению склона. Иногда образование трещин не сопровождается никакими последствиями, так как трещина закрывается сама собой при намокании земли, вследствие разбухания последней, а иногда трещина размывается очень сильно. Это находится в зависимости от обилия осенью дождей и от того, выпадает ли снег на мерзлую или незамерзшую почву.

* Все изложенное ниже относится к местам, поросшим травой, если только не сделано особенных оговорок. На местах распаханных овраги могут иметь вершину иной формы, чем на местах задерневших.

Когда земля осенними дождями пропитывается еще осенью, то осенью же края трещин сходятся, и затем при смачивании дождями земли после этого мы на поверхности не находим никаких следов бывших трещин. Если земля не пропитывается дождями осенью, но если осенью первый снег выпадает сразу в довольно значительном количестве на землю незамерзшую, то разбухание земли происходит весной и трещина закрывается без всяких последствий. В подобных случаях нижние слои снега не промерзают сильно; вода, образующаяся весной при таянии верхних слоев снега, беспрепятственно стекает до поверхности земли и впитывается землей. Весна, после выпадения снега осенью на землю незамерзшую, обыкновенно не сопровождается сильными разливами рек даже при обильных снегах, потому что образующаяся из снега вода успевает поглощаться землей и стекает с поверхности в небольшом количестве. Но зато реки после этого все лето бывают многоводны. Уже вследствие меньшего стекания по поверхности вода в подобных случаях весной не производит значительных размываний.

Но если после сухой осени, когда в почве образуются трещины (в нетронутой степной почве трещины обыкновенно бывают в небольшом количестве, но значительных размеров и глубокие), земля замерзает, будучи суха, и если первые снега выпадают потом в морозы, то весной образующаяся в верхних слоях снега вода не проходит в землю, а доходя до нее, образует на ней сплошной ледяной покров. Затем вся вновь образующаяся вода стекает уже по поверхности этой ледяной коры, не достигая земли; разливы рек бывают тогда весьма сильны.

В подобные зимы трещины остаются до весны, а так как земля не оттаивает до схода всего ледяного покрова, то замерзшие края трещины не сходятся и трещина остается открытой. Кроме того, самые морозы могут до некоторой степени расширить трещину и воспрепятствовать схождению ее краев даже после оттаивания их, потому что они заставляют осы-

паться землю с краев трещины в глубь ее. В подобных случаях трещина может быть значительно размыта. Размывание краев ее происходит совершенно так же, как и подмывание берегов у ручьев и рек, но и начало трещины при этом может быть сильно размыто, так что может сделаться округленным и широким. В этом случае, как у оврагов, размывание вершины происходит вследствие того, что вода, притекающая к верховью оврага, если не вся, то по крайней мере частью стекает по стенке, а не льется в виде водопада. Эта-то именно часть воды, стекающая по стенке оврага, и производит собственно размывание. Верхние слои земли, связанные корнями и содержащие органические вещества, которые, со своей стороны, сильно связывают зернистые частицы, обыкновенно не размываются; нижние слои, особенно содержащие в значительном количестве песок, напротив, размываются несравненно легче, и поэтому весной при действии воды верховье оврага является как бы подкопанным, но вода, вследствие прилипания, все-таки льется в значительном количестве по такой подкопанной стенке и подтачивает ее дальше, пока, наконец, верхний слой почвы обрушится вниз от собственной тяжести. Затем то же действие идет дальше и дальше.

Иногда такое размывание происходит с замечательной быстротой. На моих глазах в Тамбовской губ. верховье оврага шириной до 4 сажен в одну весну подвинулось дальше сажен на 6; глубина оврага и вновь образовавшейся его части была около $4^1/_2$—5 сажен. Летом этот овраг сухой, и только на расстоянии версты вниз начинается в нем ручей. Несколько лет до того и после того овраг оставался в одном положении, нисколько не увеличиваясь. Описанный здесь способ размывания объясняет, почему овраг обыкновенно начинается сразу значительной крутизной обрыва и сразу же очень глубок. К образовавшемуся простому оврагу могут со временем присоединиться разветвления, если вода притекает к нему со сторон; и здесь она подмывает постоянно почву, подвигая вершину оврага по направлению, противоположному направлению

ее течения. Вследствие разнообразного направления потоков, которое обусловливается иногда небольшими неровностями неразмытой поверхности, получаются как бы неразмытые острова среди оврагов, и вообще образуются овраги, во всем подобные рисунку на стр. 54 «Геологии» проф. Иностранцева, на котором изображены овраги одной местности Испании. Начало оврага сразу же глубокой и крутой стенкой ничем не может быть объяснено, как только подмыванием этой стенки водой, стекающей по ее поверхности вследствие прилипания. В каждую весну размывание продолжается с большей или меньшей скоростью или же совсем не происходит, в зависимости от указанных выше обстоятельств.

Факты, наблюдаемые при размывании, показывают, что заросшая травой почва с поверхности обыкновенно не размывается даже и в том случае, когда образовался овраг и заросшая почва находится на самом краю обрыва. Среди степей, на ровных и наклонных поверхностях, если только связь между частицами почвы случайно не нарушена, размывания, как сказано выше, обыкновенно никогда не замечается.

Размывание задерневшей почвы и вымывание из нее мелких частиц устраняется еще тем, что между травой не может быть быстрого течения воды. Если иногда случается видеть быстрое течение воды по склонам задерневшим, то быстрота течения в верхних слоях воды в этом случае не дает никакого понятия о быстроте движения воды по поверхности почвы; здесь вода должна пробираться между кустами и стеблями травы и вследствие этих постоянных препятствий не может сносить крупные частицы и обнажать мелкие, которые могут быть взмучены.

По всем указанным причинам вымывание мелких частиц не может быть заметным в черноземных почвах даже по склонам. Если бы оно происходило в таком размере, как, повидимому, предполагают гг. Леваковский и Докучаев, т. е. могли бы изменять состав почвы, то не следует забывать, что таким образом изменение могло бы происходить во всяком случае

только в верхнем слое почвы, так как вымывание или отмучивание мелких частиц со значительной глубины оба упомянутые геолога, конечно, считают немыслимым. Но если происходили бы изменения состава в верхнем только слое, то на всех склонах мы находили бы ненормальное расположение органических веществ в разных слоях чернозема. Сверху был бы слой, бедный органическими веществами, затем был бы слой, богатый перегноем, и, наконец, снова замечалось бы уменьшение органических веществ. Такое расположение замечалось бы даже на-глаз; но мы никогда не находим ничего подобного: на каком бы склоне мы ни сделали разрез чернозема, мы всегда находим наибольшее количество органических веществ в верхнем слое, и с углублением содержание их постоянно становится меньше и меньше. В предыдущей главе можно найти подтверждение этому в исследовании содержания перегноя в разных слоях почвы на различных склонах.

Г-н Леваковский сделал свое заключение на основании наблюдений простым глазом черноземных почв по некоторым притокам Донца. По его словам, на склонах всегда замечается серая, повидимому, более песчаная земля, сравнительно с черноземом ровных местностей. Некоторые из указанных им мест исследованы мною подробно; в одной из указанных местностей в почвах на разных склонах найдены следующие количества перегноя (см. главу IX):

	% перегноя от	до
На вершинах бугров и высоких равнинах	5.8	8.5
На восточных и западных склонах	6.6	8.2
На северных склонах	7.9	8.4
В низменных долинах между берегами балок	4.2	6.8
На южных склонах	2.6	5.7

По дороге из Деркульского завода в Новоалександровский, т. е. как раз там, где указано г. Леваковским, найдено перегноя на склонах:

	% перегноя
На верхней части северного склона	10.1
» » » южного »	5.7

Следовательно, если на склонах иногда в черноземе содержится мало перегноя, то это обусловливается не тем вообще, что это склон, а тем, в какую сторону горизонта склон обращен. Нужно заметить, что мною исследованы склоны различной крутизны, от пологих до очень крутых, и я не нашел ни одного случая, где можно было бы констатировать смывапие почвы или отмучивание из нее мелких и легких частиц. То же самое подтверждается и содержанием некоторых минеральных веществ в черноземе, как это будет показано во второй части моего труда.

Нельзя поэтому считать общим правилом, что склоны берегов рек, балок и т. п. всегда отличаются меньшим содержанием перегноя в почвах; этого, как мы видели, совсем нет. Замечательно, что почти все наблюдатели, высказывавшие об этом свое мнение, совсем не упоминают о том, производились ли их наблюдения над почвами, находящимися в культуре, или же это были нетронутые степи Земледелец, поселившись в настоящей черноземной полосе, нашел здесь уже чернозем; следовательно, если мы желаем обяснить себе происхождение чернозема, то должны принимать в расчет только те процессы, которые происходят помимо участия человека. Обработка земель, состоящая в разрыхлении верхнего слоя почвы, в уничтожении связи между его частицами, так изменяет почву, что разложение органических веществ в верхнем слое значительно ускоряется, а по отношению к воде и ее размывающему и смывающему действию почва делается крайне непрочной: при отсутствии в черноземе крупного песка смывание его с распаханных поверхностей может происходить с особенной легкостью; распахивание чернозема превращает почву, стойкую относительно смывания и размывания, в почву, крайне непрочную в этих отношениях. Поэтому наблюдениями различных писателей относительно толщины черноземного слоя на

местах ровных и на склонах нужно пользоваться с крайней осторожностью, если не имеется указаний на то, в какой местности произведены исследования.

Проф. Леваковский, производивший множество наблюдений в нетронутых степях, выражает общий результат всех своих наблюдений в следующих словах: «Чернозем по своему положению точнейшим образом согласуется с рельефом страны и вполне обрисовывает все многочисленные неровности, представляемые поверхностно подпочвы, располагаясь сплошным покровом как на плоских возвышенностях, так и по склонам и на дне многочисленных долин и балок, где только он не уничтожен позднейшим действием воды».

Г-н Докучаев * держится в этом отношении иного мнения, подкрепляя его прежде всего следующими теоретическими соображениями:

«Во всяком случае высокие равнины и холмы, прежде других форм выступавшие на дневную поверхность, раньше покрывались растительностью и раньше подвергались процессам выветривания; понятно, прежде всего на таких именно местах и появились растительно-наземные почвы. Но затем дальнейшая судьба минерально-органических поверхностных образований не могла быть одинакова.

«Если растительно-наземные почвы появились на местах ровных, сухих, если с этих мест не существовало стока воды, если сюда не приносились никакие посторонние элементы, почвы продолжали увеличиваться(?), насколько позволяли это климат, различного рода организмы и характер материнских пород; большая часть перегноя, все минеральные(?) и животные остатки погребались in situ там, где жили сами организмы. Нет сомнения, что *именно в таких только местностях мы и вправе ожидать встретить почвы с их первичными свойствами.* Вот почему и я, подобно некоторым из моих предшественников,

* Русский чернозем, стр. 336

после осмотра всех главнейших уголков черноземной полосы России признаю *нормальными только такие почвы*.

«Совсем в ином положении, в данном случае, находятся вершины различного рода холмов и даже высокие, но неширокие равнины: отсюда всегда мыслим сток вод атмосферных, а следовательно, и снос всех легко смывающихся элементов почвы — гумуса, глины, углесолей и пр.; почва вершин, очевидно, должна будет постепенно обогащаться грубыми материалами подстилающих горных пород и никогда не может быть, при остальных равных условиях, такой мощной, как почва мест равных. На это именно обстоятельство и указывают мои наблюдения решительно во *всех* холмистых местностях России».

В этих рассуждениях, чисто кабинетных, не подкрепленных исследованиями, к сожалению, не указано ближайшим образом, *как именно* могло происходить обогащение почвы на холмах грубыми частицами материнских пород; сказать просто, что происходит размывание или отмучивание, недостаточно, потому что, как я старался показать выше, такой процесс на задерневших почвах решительно не возможен; г. Докучаев, правда, для подтверждения этих своих теоретических соображений ссылается на наблюдения Вангенгейма фон-Квалена [79] и на собственные наблюдения, результаты которых указаны в его книге на стр. 195 и 200.*

Я думаю, однако, что при внимательном обсуждении наблюдений как Вангенгейма фон-Квалена, так и самого г. Докучаева необходимо будет признать, что наблюдения эти не относятся к рассматриваемому нами вопросу или же они подтверждают защищаемые мною воззрения.

Обратимся сперва к словам г. Вангенгейма фон-Квалена.

«На вершинах гор и по их склонам [говорится про Городищенский уезд Пензенской губ. и Корсунский уезд Симбирской губ.] выступает на дневную поверхность мел и белый ме-

* Только на эти наблюдения я нашел ссылки в книге

ловой мергель с песком и небольшими кварцевыми зернами; благодаря дождям и весенним водам, песок * и известковые частицы ежегодно смываются с горных вершин и склонов вниз и здесь у подножия более или менее смешиваются с пахотной землей, отчего получается масса с преобладающей беловатой окраской».

По моему мнению, здесь, очевидно, говорится о вершинах таких гор, которые никогда не были задерневшими, так как образованию дерна здесь мешало ежегодно смывание. По крайней мере, ничем нельзя доказать, что здесь когда-либо был чернозем, предполагающий первоначальное сплошное заселение почвы растениями. Поэтому пример этих гор никак не может приводиться в доказательство смывания чернозема. Г-н Вангенгейм фон-Квален совершенно верно говорит, что смывается вся земля — и песок, и мел, в противоположность тому, что утверждает г. Докучаев. Имевши возможность очень внимательно и подробно исследовать подобные меловые вершины в Харьковской губ., я могу вполне подтвердить верность слов Вангенгейма фон-Квалена; смываются (перекатыванием) не только песок, но даже обломки известняка величиною в орех и больше, если склон достаточно крут.

Далее, «на самых же холмах, горных склонах и пр. непосредственно на горных породах меловой формации (в редких случаях на известковистом суглинке и песке) залегает или чернозем, или и т. д. Если же и на более значительных возвышенностях находятся бо́льшие или меньшие участки очень хорошего чернозема, то и этот последний здесь более или менее смешан с песком и меловыми частицами».

* Здесь г. Докучаев ставит в скобках знак вопроса, как бы сомневаясь, что и песок может смываться. Но иначе не мог бы смываться и мел, потому что если бы песок оставался, то со временем закрыл бы и слой мела и у нас не было бы мелового обнажения. Вангенгейм фон-Квален, следовательно, резко противоречит тому, что на склонах почва будто бы обогащается грубыми частицами материнской породы.

И это, действительно, верно для очень многих местностей. Например, в Харьковской губ. кроме обнаженных меловых гор и холмов есть такие же высокие холмы, но задерневшие; здесь образовался чернозем, очевидно, в мелу, потому что тотчас же в верхнем слое можно найти кусочки мела и почва вообще светлее чернозема, образовавшегося здесь же рядом в суглинке. На вид чернозем таких холмов гораздо беднее органическими веществами, и без точного исследования я, несомненно, остался бы при таком ошибочном мнении. Но вот что дает анализ:

	% перегноя	% $CaCO^3$
46. Чернозем мелового холма. Верхний слой	7.81	9.71
47. То же, 2-й слой	4.48	21.65
48. Близ этого места, на суглинке	7.93	0.71

Таких примеров можно бы привести несколько, и все они показывают, что на хорошо задерневшей почве, с густой растительностью, чернозем всегда богат органическими веществами, каково бы ни было положение почвы.

Наконец, в «низменных местностях черноземная почва наиболее плодородна, что вполне и понятно, так как атмосферные воды сносят сюда с соседних вершин *не только разрыхленную обработкой черноземную почву*, но и вообще плодородные вещества более высоких местностей. Мощность и плодородие упомянутого сейчас чернозема уменьшается по мере повышения склона, вместе с этим изменяются и примеси составных минеральных частей; черно-шоколадный цвет чернозема все более и более светлеет», и т. д.

И это все совершенно верно, так как относится к местностям, где чернозем распахан и постоянно пашется; при таком условии не только легко происходит смывание, но возможно постоянное вымывание или отмучивание более мелких и легких частиц. Если бы вода, протекая по склону тихо, смыла только легкие частицы и на поверхности остались бы только крупные, не легко смывающиеся, то при следующей обработке мелкие

частицы опять были бы вывернуты на поверхность и снос их при благоприятных для этого условиях мог бы начаться снова.

Далее у Вангенгейма фон-Квалена следуют указания на изменчивость в составе черноземных почв на незначительных расстояниях иногда вследствие таких причин, которые на первый взгляд не заметны. Об этой изменчивости мы говорили уже в предыдущей главе.

Что касается затем наблюдений г. Докучаева, поясненных рисунками,* то они относятся к таким местностям, где на вершинах холмов, как выражается г. Докучаев, «почвы совершенно нет», и, следовательно, по моему мнению, нельзя сказать, был ли на этих вершинах когда-нибудь чернозем.

Такими примерами, очевидно, нет возможности доказывать смывание или вымывание чернозема, не тронутого земледельческими орудиями.

Но между голыми нечерноземными вершинами в низменностях, говорят нам, находится особенно глубокий чернозем. Откуда бы он мог здесь взяться в таких размерах, если бы не был смыт с мест соседних?

В ответ на это я укажу на одно явление, возможность которого весьма вероятна, но на которое до сих пор, как кажется, никем не было обращено внимания. Я полагаю, что *особенно глубокий слой чернозема* на таком месте, где он уже начал образовываться (т. е. на месте задерневшем), *может возникнуть и от намывания одних только минеральных составных частей почвы.* В самом деле, представим себе долину, занятую растительностью и окруженную голыми холмами. По временам сюда будут наноситься тонкие слои минеральных частиц, и корни растений потом будут распространяться в этих новых слоях, которые вследствие этого обогатятся перегноем не менее закрытых наносом слоев. При постоянном повторении

* Русский чернозем, стр. 195 и 200.

процесса может образоваться ненормально глубокий слой чернозема в такой долине, и весь этот слой будет обязан своим происхождением только местным растениям; здесь может не быть ни одной частицы перегноя, принесенного со стороны; самое распределение органического вещества в разных слоях будет здесь не вполне нормально, т. е. более равномерно до значительной глубины. То же самое можно сказать и о воздушных наносах минеральных веществ на чернозем. К сожалению, несмотря на то, что я обращал особенное внимание на этот вопрос, я не встретил ни одного случая, пригодного для поверки моего предположения.

Что же касается местностей холмистых или даже гористых, но только таких, где и сравнительно высокие вершины закрыты дерном, то, повторяю, здесь смывания не происходит. Во всей черноземной полосе, я думаю, нельзя в этом отношении найти ничего другого столь поучительного, как Губерлинские горы. Горы эти совершенно безлесны и покрыты сплошь травой; проезжая в этих горах по почтовому тракту из Орска в Оренбург, нигде нельзя заметить ни одного голого холма, хотя дорога местами поднимается на возвышения, господствующие на значительном расстоянии над всеми другими, так что при обзоре с таких высоких холмов вся местность имеет вид рельефной карты; тем не менее нигде нельзя видеть смывания верхнего слоя земли. Между тем здесь смывание было бы вполне возможно, потому что незначительный слой земли (по всей вероятности, воздушного наноса) лежит на плотном известковом камне. Количество перегноя в почвах с двух мест в Губерлинских горах показано в главе IX.

Может быть, все лица, придающие большое значение смыванию и вымыванию перегноя, вводились в заблуждение наблюдениями в местах, по преимуществу распаханных. При таких наблюдениях легко признать факт смывания всеобщим; но это, как я уже говорил, есть явление вторичное, вызываемое обработкой, но не происходящее там, где заросшая травой поверхность чернозема не разрушена.

Мне пришлось проехать тысячи верст по пространствам непаханного чернозема, и нигде, несмотря на мое особенное старание, я не мог найти не только явного смывания или вымывания, но и малейших признаков его.

Придя к таким заключениям, я отчасти вхожу в некоторое противоречие с исследователем, мнения которого должны быть признаны весьма важными. Я разумею Дарвина и его книгу «Об образовании почвы деятельностью дождевых червей». Его описания процессов смывания почвы важны — как и все его описания вообще — в особенности тем, что они очень точны и детальны.

Нужно заметить прежде всего, что Дарвин не признает возможным (вопреки показаниям гг. Леваковского, Докучаева и др.) смывание задерневшей почвы деятельностью одной только воды, и в этом отношении все рассуждения и заключения мои в настоящей главе подтверждают замеченные им факты. Я не буду приводить цитат из его книги, предполагая ее достаточно известной. Тем не менее, Дарвин нашел, что борозды между участками, паханными в давнее время, при подошве склонов более занесены землей, чем в верхних частях склонов, и он предполагает, что факт этот выражает результат деятельности дождевых червей, которые выносят на земную поверхность свои экскременты, смываемые потом водой вниз. Я думаю, однако, что в цепи доказательств великого естествоиспытателя недостает одного весьма важного звена, вследствие чего доказательства являются неубедительными. Тот факт, что борозды являются более занесенными внизу, чем вверху, вполне верен, но спрашивается, когда произошло это, — после того времени, когда распаханные участки и борозды уже задернели, или до этого? При внимательном наблюдении за распаханными полями на склонах легко можно убедиться в том, что заплывание борозд совершается вообще довольно быстро, так что они только при особенно благоприятных обстоятельствах могут оставаться в первоначальном виде до их окончательного задернения. Что касается наблюдений Дарвина над

тем, что кучки экскрементов дождевых червей являются вытянутыми по направлению склона, то я думаю, что этим нисколько не доказывается возможность их сноса на значительные расстояния; небольшой дождь, не вызывающий поверхностного стекания воды, с ветром, противоположным направлению склона, легко может сбить каплями экскременты по направлению и вверх склона. Возможность незначительных передвижений по одному направлению не исключает возможности передвижений по направлению противоположному, — и каков будет окончательный результат и будет ли вообще какой-нибудь результат, — для решения этого необходимы новые исследования.

На основании своих наблюдений я никак не могу согласиться с тем, что нормальным нужно считать только такой чернозем, который мы находим на ровных местах. Исследования показывают, наоборот, что и на склонах и на вершинах холмов он может быть и всегда бывает такой же нормальный, как по толщине, так и по распределению органических веществ в разных слоях. В местностях холмистых низменные долины часто отличаются даже более бедным (по толщине слоя и по количеству органических веществ) черноземом, чем некоторые даже крутые склоны или возвышенные равнины.

Я надеюсь, будет признано, что вопрос о смывании чернозема и о вымывании из него более мелких частиц совсем не так прост, как думают некоторые лица. Для надлежащего обсуждения его совсем недостаточно простой ссылки на то, что размывание материков вообще происходит в обширных размерах. Чтобы не ограничиться только поверхностными познаниями, необходимо произвести детальные точные исследования над процессами смывания, размывания и вымывания при разных обстоятельствах, по возможности точно определенных, и я полагаю, что такими исследованиями мое мнение подтвердится вполне.

ОБРАЗОВАНИЕ И СВОЙСТВА ПЕРЕГНОЯ



Печатается по тексту, опубликованному в «Трудах СПб. общ. естествоиспытателей», т. XX, отд. ботаники, 1889

СТАТЬЯ ПЕРВАЯ

I

Исследование условий разложения растительных органических веществ, без сомнения, представляет одно из важнейших средств для разъяснения того, каким образом накопляются органические вещества в почвах; те же исследования могут дать весьма ценные сведения и о свойствах перегноя почвы, представляющего продукт разложения растительных остатков.

В своей книге «Почвы черноземной области России» я опубликовал исследования над быстротою разложения различных растительных остатков при разных условиях и, кроме того, показал, что перегнойные вещества темного цвета получаются только в тех случаях, когда на гниющем веществе поселяются грибы; под влиянием одних бактерий бурые или черные вещества не получаются.[1]

В настоящее время я имею возможность представить результаты дальнейших исследований, произведенных в моей лаборатории над различными вопросами относительно процессов разложения разных растительных остатков при полном доступе воздуха.

Судьба азотистых соединений разлагающихся растений представляет один из интереснейших предметов, уже не раз исследованный с разных сторон, и тем не менее до сих пор

еще весьма мало разъясненный. Мои исследования, между прочим, направлены были и на этот предмет; интересно было определить, в каком состоянии, т. е. в виде каких соединений находится азот в перегнойных веществах.

При рассмотрении этого вопроса невольно обращает на себя внимание исследователя высокое содержание азота в перегнойных веществах. Факт этот общеизвестен, и потому я ограничусь только одною ссылкою, чтобы показать содержание азота в перегное и в растениях, из которых он образуется.

По анализам профессора Шмидта [2] перегной в черноземных почвах содержит следующее количество азота;

Почва из Ключищ	Нижегород.	губ.	. .	4.42%
» » Перемеева	»	»	. .	5.28
» » Красного	»	»	. .	4.50
» » Стексова	»	»	. .	4.00
» » Масловки	»	»	. .	6.65 и т. д. *

Если взять растения, не подвергавшиеся разложению, то в них содержания азота оказывается несравненно меньше; напр. по таблицам Вольфа содержат азота:

Луговое сено	1.62%
Клевер в цвету, высушенный	2.00
Ковыль в цвету	1.88
Ковыль по созревании семян	0.77 **

---

* Материалы к оценке земель Нижегород. губ., изданные В. В. Докучаевым. Выпуск XIV, стр. 43 и 54. Цифры эти перечислены мною. В таблицах названного издания содержание азота отнесено к сумме веществ, теряемых при прокаливании почвою, высушенною при 150°. В этой сумме содержится перегной и химически соединенная вода глины и цеолитов, которая при 150° не выделяется. (См.: Gmelin-Kraut. Handbuch der anorganischen Chemie. II Band., 1 Abtheilung, S. 820, 836, 837 etc.). Цифры, показанные мною, относятся к одним перегнойным веществам.

** В цвету — по анализу г. Смирнова; [3] после созревания семян по моему анализу.

Даже в растениях, богатых азотистыми веществами, как клевер и другие мотыльковые, азота несравненно меньше, чем в перегнойных веществах.

Очевидно, что при разложении умерших растений и их отдельных органов быстрее теряются углерод, водород и кислород, чем азот, и вследствие этого получающиеся твердые продукты разложения становятся все богаче и богаче азотом.

Обогащение азотом разлагающихся веществ давно уже обращало на себя внимание, но до сих пор этот факт трудно поддается объяснению.

«Я, — говорит Майер,[4] — исследовал остатки корней и еще живые части растительного дерна с болотистых лугов и перегнойную почву их, производя сравнительное определение азота в них, и нашел на сто частей органического вещества в растительных остатках 1.3%, в гумусе — 4.7% азота. . . В среднем выводе совсем противоположно тому, что наблюдается относительно животных веществ,— азотистые составные части растений, при условиях, господствующих в почве, разлагаются несравненно медленнее безазотистых составных частей, так как только таким образом можно объяснить себе накопление азотистых веществ в почве; или же при тлении растительных протеиновых веществ скоро образуются особенные соединения, которые противостоят всякому дальнейшему изменению». Несколько раньше Майер высказал предположение, что в перегнойных веществах азот содержится, может быть, в такой же форме, как в бурых и каменных углях.* В последнее время тот же самый факт пытались объяснить иначе. Раманн в своем реферате работы Поста об участии животных в образовании разных видов перегноя говорит, между прочим: «Многие до сих пор непонятные факты при освещении их работою Поста становятся тотчас же ясными. Сюда можно отнести обильное накопление и трудную разлагаемость азотистых соединений в болотном перегное и точно так же обогаще-

* Mayer. Lehrbuch der Agrikulturchemie. Zweiter Theil. Zweite Auflage, S. 70, 71.

ние азотом перегнойных слоев в лесу в отличие от содержания азота в (только что опадающей) лесной подстилке. То и другое было до сих пор непонятно; но как только мы узнаем, что азот этих отложений принадлежит большей частью животным остаткам, именно — находится в виде хитина, то все затруднения отпадают».*

Мне самому приходилось многократно производить наблюдения над участием животных в образовании перегноя как в природе, так и при искусственных условиях, в лаборатории, и я, наоборот, нахожу, что присутствие в перегное животных остатков нимало не разъясняет занимающего нас вопроса. Если оставить какие бы то ни было растительные остатки разлагаться долгое время без всякого участия животных и потом исследовать остаток от разложения, то (как показано будет ниже) и при этом полуразложившееся вещество оказывается гораздо богаче азотом первоначального вещества. Кроме того, некоторые животные (насекомые, многоножки и пр.) могут поселяться и размножаться с поразительною быстротою на веществах, уже значительно разложившихся. Для меня самый факт жизни животных на таких полуразложившихся веществах представляется загадочным, хотя он и общеизвестен; личинка хлебного жука (Anisoplia austriaca) питается в почве перегноем, и то же самое можно сказать относительно других животных; в черноземе, напр., при осторожном и внимательном исследовании легко найти везде извержения насекомых, не оставляющие никакого сомнения в том, что в состав пищи входил в значительной доле перегной. Если бы в перегное азотистые соединения находились в особенных трудно разлагающихся соединениях, то возможность питания животных перегноем была бы необъяснима; точно так же непонятно было бы их питание, если бы в перегное были более простые азотистые соединения. Для насекомых, так же как и для других животных, необходимы белковые вещества, как это показал

* Landwirtschaftliche Jahrbücher, 1888, S. 420.

Келльнер относительно личинок шелковичного червя, которые из всех азотистых соединений листьев шелковицы усваивают только белковые вещества.* Основываясь на этом, можно думать, что в перегное есть достаточное количество белковых веществ; но это считается обыкновенно невозможным, ввиду того что всякие белковые вещества разлагаются очень легко и едва ли могут оставаться в перегное долгое время без изменений.

Принимая все это во внимание, нельзя не признать, что перед нами факт, достойный внимательного изучения.

Для того чтобы проследить изменения азотистых веществ при разложении растительных остатков, были организованы следующие опыты в моей лаборатории.

1. Исследование произведено над степным сеном из Бобровского уезда Воронежской губ., состоящим почти исключительно из Festuca ovina с незначительной примесью Koeleria cristata. Этот опыт я опишу подробнее, так как при остальных применялись те же самые методы, и потом при описании остальных опытов можно избежать повторений.

Для опыта отобран возможно равномерный по внешним признакам материал и разделен на две части. Одна часть подвергнута исследованию тотчас же, именно: разрезана ножницами и растерта в ступке. Полученные волокна и порошок перемешаны и из них взяты навески (приблизительно по 5 г) для определения гигроскопической воды. После высушивания при 100—105° найдено воды:

	12.40%
	12.39
	12.35
	12.34
Среднее . . .	12.37

Сухой порошок всыпан в фарфоровую ступку и измельчен дальше до тонкого порошка. После этого взяты навески для

* Landwirtschaftliche Versuchsstationes, Bd. XXX, S. 59.

определения азота, высушены при 100—105° и взвешены в стаканчиках с притертыми пробками. Из них вещество пересыпалось в колбочки для кипячения с серною кислотою по способу Кьельдаля. Остатки вещества в стаканчиках взвешивались вместе с ними, и по разности определялся вес вещества, взятого для анализа (каждый раз 1—1.2 г). По окончании кипячения с серною кислотою (когда она становилась почти бесцветною) колбочки охлаждались под колоколом с серною кислотою; аммиак отгонялся кипячением с избытком едкого кали в титрованную серную кислоту и определялся титрованием (индикатором всегда был лакмус).

При анализе сена в нем найдено азота:

	1.275%
	1.272
	1.267
	1.266
Среднее . . .	1.270

Из части сена, оставленной для опыта, взято 114.12 г, соответствующих 100 г сухого вещества. Все положено в плоскую стеклянную чашку не измельченное и смочено 75 куб. см воды. Чашка поставлена под колокол с тубусом и герметически замкнута от наружного воздуха. Ежедневно в колокол протягивался воздух, предварительно прошедший через серную кислоту и потом через колбу с водою.

По истечении 6 месяцев (с 12 апреля по 15 октября 1887 г.) колокол снят и разлагающееся вещество высушено на воздухе. После этого оно взвешено; найдено 71.32 г. Гигроскопической воды найдено (в среднем) 12.71%. Следовательно, сухого вещества осталось после разложения 62.25 г. В нем после дальнейшего измельчения и перемешивания найдено азота:

	2.08%
	2.05
	2.02
	2.02
Среднее . . .	2.042

Взятое для опыта сено содержало азота . . . . . 1.2700 г
После разложения найдено азота . . . . 1.2711 »

Опыт показал, что потери азота во время разложения не было, хотя общий вес сухого вещества уменьшился на 37.75% первоначального веса.

Кроме этого были произведены исследования над опавшими листьями разных древесных пород.*

Опавшие древесные листья высушены на воздухе, потом после отборки возможно равномерного материала отвешивались определенные количества их, смачивались водою и оставлялись в плоских стеклянных чашках при температуре 17—20° для разложения. Опыты производились двояко: некоторые чашки поставлены под колокол, хорошо притертый к стеклянной пластинке (смазанной вазелином). Под колокол протягивалась непрерывно во все продолжение опыта струя воздуха, прошедшего сперва через серную кислоту и потом через воду (чтобы вещество под колоколом не высыхало); воздух, вышедший из колокола, пропускался через титрованную серную кислоту для удержания и определения аммиака, если бы он выделялся из разлагающегося вещества. Выделения аммиака, как потом оказалось, ни в одном случае не было. Опыты продолжались без перерыва в течение 4, 8 или 12 месяцев.

Рядом с этим производились опыты в таких же чашках, закрытых сверху только бумагою для предохранения от пыли; чашки стояли в плотно закрываемом шкафу. Понятно что в этом втором случае вещества могли высыхать, и их приходилось время от времени поливать водою; при этом, конечно,

* Эти исследования произведены г. Симановским; [5] по окончании его работы мною произведены в некоторых случаях новые определения азота; далее приводятся или средние из одних моих определений, или средние из моих и г. Симановского, или же средние из одних цифр г. Симановского. Новые анализы предприняты потому, что в некоторых случаях разница между цифрами г. Симановского казалась мне очень большою (до 0.3%); в этих случаях я пользовался только своими определениями, между которыми разница никогда не доходила до 0.1%.

не было возможности держаться точно определенной нормы: вещества поддерживались в одинаковом состоянии влажности, насколько можно было судить об этом на-глаз.

В листьях не разлагавшихся и в них же после разложения определялось общее количество азота, аммиак и азотная кислота. Азотная кислота определялась по способу Шлёзинга, измененному Тиманном; аммиак извлекался из листьев слабою (1 %) соляною кислотою и определялся отгонкою в титрованную кислоту (после сгущения полученного раствора) и титрованием.

Опыты произведены над следующими веществами.

2. *Листья дуба*, собранные г. Симановским в Саратовской губ. в 26—30-летнем насаждении. В среднем из нескольких определений найдено опавших в одну осень листьев 171.9 г на 4 кв. фута, или 307.2 пуда на десятину воздушно-сухих листьев, что составляет 274.0 пуда сухого вещества.

3. *Листья дуба* из Бердянского лесничества * близ Мариуполя Таврической губ. из 30-летнего насаждения. На 1 кв. сажень выпало 990.3 г, или 139.0 пудов, соответствующих 125.3 пуда сухого вещества на десятину в год.

4. *Листья вяза* из Бердянского лесничества из 13-летнего насаждения; на 1 кв. сажень выпало 580 г, или 84.96 пуда, соответствующих 74.8 пуда сухого вещества на десятину в год.

5. *Листья белой акации* (Robinia pseudoacacia) из Бердянского лесничества из 12-летнего насаждения. Выпало 427.64 г на 1 кв. сажень, или 62.6 пуда на десятину, соответствующих 56.4 пуда сухого вещества на десятину в год.

6. *Листья граба* из Уманского (Киевской губ.) лесничества, собранные г. Молодецким; в среднем на 1 кв. сажень выпало 5.314 фунта, или 318.7 пуда, соответствующих 278.9 пуда сухого вещества на десятину.

При опытах с этими листьями получены следующие результаты.

---

* Сбор листьев в Бердянском лесничестве сделан по моей просьбе лесничим П. М. Савицким.

2. *Дубовые листья из Саратовской губернии.*

a) *Неразлагавшиеся содержали:*

Гигроскопической воды		10.79%
В сухом веществе:	азота	1.65
» » »	аммиака и азотной кислоты	не найдено

b) *После разложения в течение 4 месяцев.*

α) *Под колоколом.* Взято для разложения 53.74 г сухого вещества и смочено перед помещением под колокол 60 куб. см воды.

После разложения получено 45.03 г вещества, высушенного на воздухе; в нем найдено 11.30% гигроскопической воды; следовательно, сухого вещества осталось 39.94 г, или 74.3% первоначального количества; в сухом веществе найдено:

Всего азота	2.213%
Аммиака	0.05
Азотной кислоты	0.260

До разложения вещество содержало азота	0.8867 г
После » » » »	0.8839 »

c) *После разложения в течение 8 месяцев.*

α) *Под колоколом.* Поставлено для разложения 59.7 г сухого вещества и смочено 60 куб. см воды; после разложения осталось 44.0 г вещества, содержащего 12.50% гигроскопической воды. Следовательно, осталось 38.5 г сухого вещества. или 64.5% первоначального количества.

В сухом веществе найдено:

Всего азота	2.57%
Аммиака	0.035
Азотной кислоты	Следы
Было азота до разложения	0.9851 г
» » после »	0.9895 »

β) *В чашке при свободном доступе окружающего воздуха.* Поставлено для разложения 44.8 г сухого вещества; осталось 30.0 г вещества, содержащего 12.00% гигроскопической воды.

Следовательно, осталось 26.4 г сухого вещества, или почти 60% первоначального количества.

В сухом веществе содержалось:

Всего азота	2.78%
Аммиака	0.05
Азотной кислоты	Следы
До разложения было азота . . .	0.7392 г
Осталось после разложения . . .	0.7339 »

3. *Дубовые листья из Бердянского лесничества.*

а) *До разложения.*

В листьях найдено 10.36% гигроскопической воды; в сухом веществе найдено:

Азота 1.42%
Азотной кислоты и аммиака не найдено.

b) *После разложения в течение 8 месяцев.*

α) *Под колоколом.* Взято для разложения 100 г сухого вещества, смоченного 70 куб. см воды. После разложения осталось 62.61 г вещества, в котором найдено 10.95% гигроскопической воды. Следовательно, осталось 55.75 г сухого вещества, в котором было:

Всего азота	2.60%
Аммиака	0.03
Азотной кислоты	0.12
До разложения было азота . . .	1.4200 г
Найдено после разложения . . .	1.4495 »

β) *В чашке при свободном доступе окружающего воздуха.* Взято для разложения 100 г сухого вещества и смочено 70 куб. см воды; потом вещество смачивалось по мере высыхания. Осталось 58 г вещества, содержащего 12.06% гигроскопической воды. Следовательно, осталось 51 г сухого вещества. В нем найдено:

Всего азота	2.69%
Аммиака	0.05

Азотной кислоты	Не найдено
До разложения было азота	1.4200 г
После » » »	1.3719 »

c) *После разложения в течение 12 месяцев.*

α) *Под колоколом.* Из 100 г сухих листьев, смоченных 70 куб. см воды, после разложения осталось 53.2 г вещества, в котором было 10.00% гигроскопической воды. Следовательно, осталось 47.9 сухого вещества, содержащего:

Всего азота	2.98%
Аммиака	0.03
Азотной кислоты	Не найдено
До разложения было азота	1.4200 г
Найдено после разложения	1.4274 »

β) *В чашке при свободном доступе окружающего воздуха.* Из 100 г вещества, смоченного 70 куб. см воды и потом смачиваемого по мере надобности, осталось 51 г вещества, содержавшего 11.90% воды. Следовательно, всего было после опыта 45 г сухого вещества, в котором найдено:

Всего азота	3.10%
Аммиака	0.05
До опыта было азота	1.4200 г
После » » »	1.3950 »

4. *Листья вяза из Бердянского лесничества.*

a) *До разложения.*

Высушенные на воздухе листья содержали 12.19% гигроскопической воды; в сухом веществе найдено:

Всего азота 1.245%
Аммиака и азотной кислоты не найдено.

b) *После разложения в течение 8 месяцев.*

α) *Под колоколом.* Из 100 г сухого вещества, смоченных 70 куб. см воды, осталось 67.58 г; в этом веществе содержалось 13.70% гигроскопической воды, или после опыта было 58.32 г сухого вещества, в котором найдено:

Всего азота	2.15%
Аммиака	0.04
Азотной кислоты	Не было
До разложения было азота . . .	1.2450 г
После разложения найдено . . .	1.2513 »

c) *Разложение в течение 12 месяцев.*

α) *Под колоколом.* Из 100 г сухого вещества, смоченного 70 куб. см воды, осталось 58 г, в которых найдено 12.90% гигроскопической воды, или 50.5 г сухого вещества. В нем найдено:

Всего азота	2.45%
Аммиака	0.035
Азотной кислоты	Не было
До опыта было азота . . .	1.2450 г
После опыта найдено . . .	1.2373 »

β) *В чашке при свободном доступе воздуха.* Из 100 г сухого вещества осталось 53 г, содержащих 12.40% гигроскопической воды, или 46.4 г сухого вещества, в котором было:

Всего азота	2.70%
Аммиака	0.04
До разложения было азота . . .	1.2450 г
После опыта найдено » . . .	1.2528 »

5. *Листья белой акации из Бердянского лесничества.*

a) *До разложения.*

В листьях, высушенных на воздухе, содержалось 10.13% гигроскопической воды; в сухом веществе найдено:

Всего азота . . . 2.05%

b) *Разложение в течение 8 месяцев.*

α) *Под колоколом.* Из 100 г сухого вещества, смоченного 70 куб. см воды, после опыта осталось 61.85 г вещества, содержащего 13.70% гигроскопической воды, или 53.36 г сухого вещества; в нем найдено:

Всего азота	3.68%
Аммиака	0.052

Азотной кислоты 0.30%
До разложения было азота . . . . 2.050 г
После опыта найдено » . . . . 1.9751 »

β) *В чашке при свободном доступе воздуха.* Из 100 г сухих листьев осталось 58 г сухого вещества (64.73 г, содержавших 10.40% гигроскопической воды); в сухом веществе было:

Всего азота 3.42%
Аммиака 0.050
Азотной кислоты 0.46
До разложения было азота . . . . . . 2.0500 г
После разложения найдено азота . . . 1.9836 »

c) *Разложение в течение 12 месяцев.*

α) *Под колоколом.* Из 100 г сухих листьев осталось 48.12 г сухого вещества (55.0 г вещества, содержавшего 12.40% воды). В сухом остатке найдено:

Всего азота 4.25%
Аммиака 0.05
До разложения было азота . . . 2.0500 г
После » » » . . 2.0451 »

6. *Листья граба из Уманского лесничества.*

a) *До разложения.*

В листьях, высушенных на воздухе, найдено 12.50% гигроскопической воды; в сухом веществе содержалось:

Всего азота 1.84%
Азотной кислоты и аммиака не найдено.

b) *После разложения в течение 4 месяцев под колоколом.* Из 100 г сухих листьев, смоченных 70 куб. см воды, осталось 83 г вещества, высушенного на воздухе; в нем найдено 12.00% гигроскопической воды, или 73 г сухого вещества. В сухом веществе найдено:

Всего азота 2.54%
Аммиака 0.04
Азотной кислоты 0.046
До разложения было азота . . . . . . 1.8400 г
После разложения найдено азота . . . 1.8542 »

Все эти опыты показывают, что при разложении умерших растений азот в свободном состоянии не выделяется, если разложение происходит при доступе воздуха и не сопровождается образованием азотной кислоты. Результаты эти совершенно сходны с результатами других точных исследований последнего времени, напр. исследований А. Эренберга,* Келльнера и Иошии.** Найденное в некоторых случаях уменьшение азота во время разложения листьев объясняется погрешностями анализа; при тех опытах, когда в разложившемся веществе найдена азотная кислота, происходила, может быть, действительная потеря азота, так как Келльнер и Иошии показали, что нитрификация, повидимому, сопровождается потерею азота; то же самое найдено и А. Эренбургом при продолжении его работы.***

При всех описанных мною опытах на разлагающихся веществах могли быть, и без сомнения были, только низшие животные, незаметные простому глазу, но не было насекомых, и потому в твердых продуктах разложения не могло быть хитина, или подобных ему трудно разлагающихся соединений, богатых азотом. Во всех случаях, кроме того, как мы видели, в разлагающемся веществе было очень мало аммиака, даже и те количества его, какие были найдены при анализах, может быть, не были готовыми в разлагающихся веществах и составляют продукт разложения органических веществ под влиянием слабо соляной кислоты, которая употреблялась при анализе. Можно предположить, что разложение азотистых соединений, находившихся в сене и листьях, во время опытов не дошло до стадии образования аммиака; но трудно допустить, чтобы предположение это было справедливо, так как известно, что белковые вещества разлагаются обыкновенно очень легко, а их, напр., во взятом для опытов сене, было не мало; между тем вес сухого вещества сена уменьшился более чем на $^1/_3$, а аммиака и в разложившемся сене почти не было.

* Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. XI, S. 145—179

** Там же, XII, S. 95.

*** Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. XI, S. 438.

Если при разложении сена и листьев образовалось очень мало аммиака, а между тем нельзя думать, что белковые вещества в сене и листьях оставались без изменений, то остается предположение, что в твердых продуктах разложения должно быть значительное количество более простых азотистых органических соединений — амидов, алкалоидов и т. д.

Предположение это я проверил при помощи анализа, остановившись на способе Штуцера,* который показал, что алкалоиды, амиды и пр. легко отделяются из разных растительных продуктов следующим образом: 1—1.2 г сухого вещества нагреваются на водяной бане со смесью 99 куб. см абсолютного спирта и 1 куб. см уксусной кислоты. Жидкость сливается с осадка сквозь фильтр (я брал стеклянную вату), осадок декантируется два раза с абсолютным спиртом и потом нагревается с водою. После этого прибавляют к смеси воды с веществом водную окись меди (для осаждения белковых веществ, которые могли раствориться в воде), осадок отфильтровывают, промывают водою, потом спиртом, высушивают и определяют в нем азот. Найденное таким образом количество азота представляет азот белковых тел; вычитая его из всего количества азота, получаем азот простейших органических соединений и азот аммиака.

При исследованиях я нашел:

	Всего азота (см. выше) (%)	Азота белковых тел (%)	Азот простейших соединений (%)
Степное сено, разлагавшееся 6 месяцев .	2.042	1.893	0.149
В листьях дуба из Бердянского лесничества			
После 8-месячного разложения	2.60	2.38	0.22
После 12-месячного разложения	2.98	2.73	0.25

* Journal für Landwirtschaft, 1880, S. 103.

Цифры эти показывают, что простейших азотистых соединений в разлагающихся веществах было очень немного, и, кроме того, исследование дубовых листьев, разлагавшихся разное время, показало, что количество таких соединений в разлагающемся веществе с течением времени, повидимому, не изменяется.

То же самое можно сказать и относительно аммиака; цифры, приведенные раньше, показывают, что количество аммиака во время разложения остается одинаковым; если бы даже этот аммиак получался из органических соединений при действии на них слабой соляной кислоты, то и тогда мы могли бы сказать, что по отношению к слабой соляной кислоте азотистые вещества разлагающихся при доступе воздуха растительных продуктов остаются, повидимому, без изменений.

При анализе растительных веществ, не подвергавшихся разложению, весь азот за исключением того, что извлекается спиртом и водою, не осаждаясь водною окисью меди, считается, как мы сказали, азотом белковых веществ. То же самое мы могли бы сказать и относительно веществ, уже в значительной степени разложившихся, потемневших, содержащих много перегнойных соединений; но мы не знаем состава перегнойных веществ и потому на основании одного только химического анализа не можем утверждать, что растительные остатки, превратившиеся в перегной, действительно содержат белковые вещества. Можно сказать только, что азотистые вещества в перегное, за исключением небольшой части их, относятся к нашим реактивам подобно белковым веществам. Такое заключение, между прочим, высказал уже Бертело,* нашедши в почвах очень мало азота в виде простейших органических соединений.[6] Выделить белковые вещества из перегноя в чистом виде едва ли возможно, так как они всегда сопровождаются темными перегнойными соединениями.

* Comptes rendus, 1887, t. 103, p. 1101.

Чтобы получить более ясное представление о природе азотистых соединений в разлагающихся растительных остатках (я думаю, что это справедливо и для разлагающихся веществ животного происхождения), мы должны пока оставить химию и обратиться к помощи ботаники; при ее пособии мы тотчас же можем убедиться, что в разлагающихся веществах действительно должно заключаться значительное количество белковых веществ.

Тотчас же при начале разложения растительных остатков на них появляется множество бактерий и грибов, так что вся масса разлагающегося вещества является заросшею и проросшею этими низшими растениями. Если бактерии и грибы производят разложение белковых веществ, образуя аммиак и амидные соединения, то соединения при этих данных условиях могут существовать не долго, потому что они сами служат питательными веществами для бактерий и грибов, а в их клетках снова превращаются в белковые вещества протоплазмы. Поэтому при всяком процессе разложения с участием низших организмов распадение белковых веществ несомненно сопровождается синтезом их.

Очень много грибов и большинство бактерий могут превосходно разрастаться в растворах или на твердых субстратах, не содержащих белковых веществ, а только аммиачные соли или амидные соединения. В подобных случаях происходит только синтез белковых веществ и количество их постоянно делается все больше и больше.

Если разлагается вещество твердое (как, напр., растительные остатки), то амидные соединения и аммиачные соли представляют если не самые благоприятные, то во всяком случае наиболее доступные питательные азотистые вещества для бактерий и грибов; при достаточной влажности разлагающегося вещества эти соединения могут распространяться повсюду вследствие диффузии, как вещества растворимые и кристаллоиды. Белковые вещества, напротив, мало подвижны и, кроме того, скрыты в клетках разлагающихся растительных остатков,

вследствие чего доступ к ним и вообще пользование ими значительно затрудняется.

При внимательном наблюдении разлагающихся растительных остатков не трудно убедиться, что синтез или обновление белковых веществ (превращение их в деятельную протоплазму) происходит в очень значительных размерах, потому что масса организмов, разрастающихся на гниющем веществе, всегда очень велика; нет возможности взять для исследования такую малую частицу разлагающегося вещества, чтобы на ней не было множества бактерий или грибных нитей.

Иногда растительные остатки, сохраняя свойственную им форму, превращаются сплошь в грибное образование, как это было, напр., у меня при разложении листьев дуба в такой стадии, когда вес первоначально взятого вещества уменьшился по крайней мере процентов на 40. Черешки листьев в это время сохранили свою форму, но из них начали вырастать как бы шнурки, на конце булавовидные; такие шнурки поднимались из нижних слоев вверх и проходили, изгибаясь между верхними слоями листьев, до поверхности; здесь на концах их развились характерные спороносные блюдца какой-то Peziza. Очевидно, что в данном случае черешки листьев представляли склеротии этого гриба, в чем не трудно было убедиться при микроскопическом исследовании. При анализе таких черешков-склеротиев в них, без сомнения, оказалось бы большее количество азота, чем в неизмененных черешках тотчас же при опадении листьев, и азот в данном случае находится, очевидно, в протоплазме пецицы в виде, главным образом, белковых веществ.

Подобное разрастание низших растений наблюдается не только на разлагающихся растительных остатках, но и в почвах; это разумеется само собою, потому что органические вещества почвы суть не что иное, как те же растительные остатки.[7] Если чернозем удержать некоторое время влажным, поливая его время от времени водою так, чтобы она просачи-

валась в глубокие слои и обновляла бы в почве воздух, то даже простым глазом можно видеть необыкновенно обильное разрастание грибов, и притом весьма разнообразных: в наибольшем количестве замечаются нити плесени, но местами попадаются слизистые массы, иногда цветные, т. е. очевидно миксомицеты, в чём убеждает образование спороносных коробочек при высыхании почвы (я, впрочем, не следил за условиями появления коробочек). Если бы почва в таком состоянии высохла, то в ней, без сомнения, были бы белковые вещества, составляющие протоплазму грибов и бактерий. Принимая во внимание, что при условиях, благоприятных для размножения микроорганизмов, их находили в 1 г почвы иногда более 60 миллионов,* то понятно, что количество содержащихся в перегное белковых тел должно быть значительно. Между тем все существующие способы исследований несомненно не дают полного числа микроорганизмов, находящихся в почвах.[8]

При разложении органических веществ азот во многих случаях, как мы видели, весь остается в полуразложившейся твердой массе; теперь можно прибавить к этому, что он весь остается пригодным для питания низших растений и животных и, следовательно, весь может быть превращен в белковые вещества; совершится ли на самом деле такое превращение или нет, это зависит от условий, благоприятных или неблагоприятных для развития низших растений. Если вещество влажно, то условия для размножения их всегда благоприятны, когда разложение совершается при доступе воздуха, так как при этом происходит нечто подобное тому, что описано Нэгели в следующем примере: «Если свежий или прокипяченный виноградный сок или сок других плодов оставить открытым, так, чтобы в него могли попасть всевозможные зародыши грибов, то размножаются только дрожжи и сок превращается в вино. Тогда прекращается размножение клеточек винных

* Maggiora. Chemisches Central.-Blatt, 1887, S. 1117.

дрожжей и развиваются другие зародыши, которые до сих пор не были способны к развитию. На поверхности появляется складчатая пленка, окисляющая спирт в уксусную кислоту. Когда вино сделается уксусом, начинается образование плесени; плесневый покров, заступающий место складчатой пленки, потребляет кислоту и делает жидкость нейтральною. Теперь могут развиваться бактерии (Spaltpilze); жидкость переполняется ими, и происходит гниение. В этом случае четыре стадии образования грибов следуют одна за другою.* В этом случае свойства питательного (и вместе с тем разлагающегося) материала в разное время были различны, и однако грибы и бактерии постоянно размножались на нем. То же самое наблюдается и при разложении растительных остатков в присутствии кислорода; в разное время разлагающееся вещество получает то кислую реакцию, вследствие преобладающего развития бактерий, то реакцию среднюю при разрастании плесени, и, наконец, грибы и бактерии разрастаются вместе; при каком бы то ни было состоянии разлагающегося вещества всегда найдется много организмов, способных жить на этом веществе и производить дальнейшее разложение его; разложение происходит беспрерывно и энергично, если температура и влажность допускают это. При этом выделяется только углерод в виде угольной кислоты, а весь азот остается, и азотистые вещества претерпевают только постоянный круговорот изменений, представляющий разрушение и новообразование белковых веществ.

Присутствие значительного количества азота в почве в виде живой протоплазмы или способной к развитию (когда вещество на время высыхает) в последнее время начинает, повидимому, привлекать на себя внимание. Так, напр., Мюллер,** указывая на громадное количество животных в разных перегнойных веществах и на то, что вместе с грибами они способствуют

---

* C. von N a g e l i. Die niederen Pilze. München, 1877, S. 32.

** Dr. P. E. M ü l l e r. Studien über die natürlichen Humusformen.

разложению органических веществ, говорит в заключение: «Очень может быть, что эти животные несут в себе большое количество находящихся в торфе * азотистых соединений, и если представить себе распространение этой почвенной фауны, то возникает сомнение относительно значения одностороннего химического анализа для объяснения свойств верхнего слоя земли, которым живут растения».

Рассматривая процессы разложения растительных остатков и образование из них перегноя, мы привыкли думать, что с течением времени у нас получается все более и более старый перегной; при этом названии возникает представление о приближении перегноя к состоянию бурых углей или очень старого торфа, причем перегной делается будто бы все более и более прочным, не способным к быстрому дальнейшему разложению. Сообщенные мною факты и соображения показывают, что такое представление не всегда справедливо; если органические вещества разлагаются при доступе воздуха, то на них постоянно развиваются новые низшие растения (и животные) и происходит новообразование клетчатки, белковых веществ и т. п., причем иногда целые органы разлагающихся растений заменяются тканью грибов.[9] Старый перегной в этом случае содержит массу легко разлагающихся веществ; присутствием таких веществ объясняются факты, приведенные в моей книге, о том, что давно разлагающиеся вещества продолжают разлагаться с такою же скоростью,[10] как и вещества, начавшие разлагаться недавно.**

Все эти факты имеют очень большое значение в сельскохозяйственном деле, но здесь я не буду распространяться об этом. Напомню еще раз, что все сказанное мною до сих пор относится только к веществам, разлагающимся при вполне достаточном доступе воздуха и при отсутствии нитрификации.

---

* Слово «торф» применяется автором не в общеупотребительном смысле его.

** Почвы черноземной области России, стр. 29—30.

Разложение без доступа воздуха и разложение, сопровождающееся образованием азотной кислоты, будут рассмотрены мною в другой работе.

II

Другой ряд исследований, который я намерен сообщить здесь, относится к вопросу о сравнительной быстроте разложения различных растительных остатков и перегнойных веществ разного происхождения.

Чтобы иметь понятие о быстроте разложения различных растительных остатков и перегноя, я сам и некоторые другие лица производили исследования в моей лаборатории над разложением различных веществ при разной температуре и влажности и при свободном доступе воздуха. Между прочим произведены были исследования над разложением еловой хвои, березовых листьев и сена, опубликованные в моей книге.*

Исследования эти имели целью выяснить, с какою быстротою происходит разложение лесной подстилки и умерших растений на лугах и степях. Против этого мне сделаны были замечания, что такие исследования не пригодны для решения вопроса о процессах, происходивших при образовании чернозема, ибо еще никто и никогда не решался производить нашего чернозема из еловых хвой, березовых листьев и сена, собранных (вероятно) в парке Лесного института.**

Прежде всего надо заметить, что сено, о быстроте разложения которого сообщено в моей книге, взято с никогда не паханной степи Харьковской губ. Старобельского уезда с чернозема. Местопроисхождение его не было указано мною, потому что я был убежден, что откуда бы ни взять сено, оно будет при одинаковых условиях разлагаться с равною быстротою.

* Почвы черноземной области России, стр. 22—29 и далее.

** Материалы для оценки земель Нижегородской губ. Вып. I, стр. 354.

Убеждение мое основано было на том, что в состав каждого сена, если только оно не с болота, входят по преимуществу злаки, анатомическое строение которых и химический состав сходны. Так как, кроме того, на разлагающихся веществах поселяются сходные между собою низшие организмы, то нельзя ожидать, чтобы скорость разложения их была различна, если они сходны между собою до разложения.

Ввиду приведенного выше соображения я решился, однако, произвести специальные опыты и взял для этого сено из Петербургской губ. и ковыль (S. pennata), собранный мною в Карловке Полтавской губ.

Сено взято было в количестве 114.83 г = 100 г сухого вещества; ковыля взято 112.38 г = 100 г сухого вещества. Были взяты целые кусты ковыля, срезанные вплоть до корня с побелевшими и отчасти с побуревшими нижними листьями. То и другое положено в плоские чашки, смочено 70 куб. см воды, закрыто бумагою от пыли и поставлено в шкаф, где вещества разлагались в течение месяца и побурели. За это время приходилось поливать их, по мере обсыхания. Чашки вместе с сеном и ковылем были взвешены в начале и по истечении месяца взвешены вновь, причем вес сухого вещества и воды в обеих сделан одинаковым, чтобы то и другое вещество было одинаково влажно. Вещества после этого без остатка помещены в трубки (остатки их, приставшие к чашкам, собирались стеклянною ватою и помещались в те же трубки), и затем сквозь трубки протягивался постоянный ток воздуха, проходившего предварительно сквозь трубки с едким кали и через воду (последнее для предупреждения высыхания разлагающихся веществ). Угольная кислота, отделяемая разлагающимися веществами, поглощалась в трубках с натронною известью и взвешивалась каждые сутки. При этом получено угольной кислоты (граммов):

	Ковыль	Сено
1-й день (11 января 1887 г.) . . .	0.0196	0.0266
2-й »	0.2124	0.2430

3-й день	0.2074	0.2556
4-й »	0.2488	0.2624
5-й »	0.1186	0.1254
6-й »	0.4196	0.4870
7-й »	0.2542	0.2560
8-й »	0.2470	0.2244
9-й »	0.2692	0.2716
10-й »	0.2340	0.2200
11-й »	0.2348	0.2212
12-й »	0.2200	0.2108
13-й »	0.2408	0.2156
14-й »	0.2274	0.2306
15-й »	0.2034	0.1962
16-й »	0.1716	0.1760
17-й » } 18-й » }	0.3530	0.3706
19-й »	0.1938	0.1886
20-й »	0.1428	0.1510
21-й »	0.1918	0.1784
22-й »	0.1690	0.1724
23-й »	0.1628	0.1490
24-й »	0.1490	0.1398
25-й »	0.1466	0.1468
Всего	5.0376	5.1190
Среднее в день	0.2015	0.2048
По окончании опыта в разлагающихся веществах найдено воды	69.97%	71.86%

Таким образом скорость разложения ковыля и сена из Петербургск. губ. оказалась совершенно одинаковою; незначительной разнице в выделении угольной кислоты соответствует столь же малая разница в содержании воды.

Так как перегной луговых почв более северных местностей и перегной чернозема происходят из растений, сходных между собою (по преимуществу злаков), и образуются при условиях тоже сходных (разложение в верхних слоях почвы, не пересыщенной водою), то надо думать, что оба вида перегноя при одинаковых условиях разлагаются с одинаковой скоростью. Для поверки этого я взял две почвы: чернозем, содержащий

9.203% органических веществ, и почву с луга близ Борович Новгородской губ., содержащую 4.576% органических веществ. Чернозема взято 162.35 г, а новгородской почвы — 325.10 г. Обе почвы смочены водою в количестве, составляющем 0.5 их влагоемкости, положены в плоские взвешенные чашки и оставлены в них закрытые бумагою на месяц, причем их приходилось поливать время от времени. Через месяц влажность их доведена снова до 0.5 влагоемкости (вода прибавлялась к ним на весах до первоначального веса), они помещены в трубки, и определялась отделяющаяся от них CO_2. При этом найдено (граммов):

	Чернозем	Новгородск. почва
1-й день (3 января 1887 г.) . . .	0.0302	0.0322
2-й »	0.0292	0.0308
3-й »	0.0266	0.0310
4-й »	0.0194	0.0250
5-й »	—	—
6-й »	0.0236	0.0284
7-й »	0.0282	0.0210
8-й »	0.0368	0.0464
9-й »	0.0420	0.0264
10-й »	0.0148	0.0104
11-й »	0.0298	0.0218
12-й »	0.0332	0.0180
13-й »	0.0092	0.0080
14-й »	0.0338	0.0490
15-й »	0.0294	0.0164
16-й »	0.0118	0.0100
17-й »	0.0392	0.0302
18-й »	0.0244	0.0232
19-й »	0.0180	0.0234
20-й »	0.0116	0.0222
21-й »	0.0204	0.0704
22-й »	0.0128	0.0166
23-й »	0.0104	0.0084
24-й »	0.0118	0.0024
25-й »	—	0.0156
26-й »	0.0270	0.0076

27-й день	0.0062	0.0048
28-й »	0.0090	0.0052
29-й »	0.0060	0.0072
30-й »	0.0054	0.0062
31-й »	0.0082	—
32-й »	0.0048	0.0054
33-й »	—	—
34-й »	0.0050	0.0054
Всего	0.6182	0.6290
Среднее в день	0.01994	0.02029
Влажность по окончании опыта	32.7%	33.4%

Во взятых для опыта почвах содержалось органических веществ:

В черноземе . . . . 14.93 г
В новгородской почве . . . . 14.88 »

Следовательно, и из черноземной и из новгородской почвы при одинаковых условиях на разные количества органического вещества выделялись равные количества угольной кислоты, т. е., другими словами, разложение перегноя происходило с равною быстротою.

В подтверждение того, что перегной разного происхождения разлагается при одинаковых условиях с одинаковою быстротою, можно напомнить еще опыт, приведенный на стр. 32 моей книги (Почвы черноз. обл. России), показывающий, что разложившееся сено и чернозем из равного количества органических веществ выделяют равные количества угольной кислоты.

В своей книге * я указал, что превращение разлагающихся растительных остатков в аморфную (на-глаз) перегнойную массу совершается различными животными. В настоящее время, после того как сделались общеизвестными работы Поста ** и Мюллера,*** бывшие, к сожалению, неизвестными и мне во

* Почвы черноземной области России, стр. 79—81.

** Landw. Jahrbücher, 1888, S. 405.

*** Studien ueber die natürlichen Humusformen. Berlin, 1887.

время издания моей книги, вопрос этот едва ли может возбуждать сомнения. Процесс измельчения растительных остатков животными происходит повсеместно, за исключением низин, залитых водою, вследствие чего в последних отлагается торф, сохраняющий структуру растений, из которых он образуется. До настоящего времени никем не произведено исследований о том, как влияет измельчение животными разлагающихся веществ на быстроту их разложения, и потому мною предприняты были особые опыты по этому предмету. Мне до сих пор пришлось наблюдать подробно деятельность только трех животных: дождевых червей, многоножек (Julus terrestris) и личинок Sciara sp.?; исследования произведены над веществами разного рода, переточенными этими животными, а именно:

1. *Опавшая листва* разных древесных пород (дуба, клена и березы) разлагалась до опыта в двух чашках, причем в одной были дождевые черви, совершенно переточившие листву; в другой чашке листва сохранила еще строение.

Взято для опыта по 75 г сухого вещества той и другой листвы и прибавлено к каждой по 70 куб. см воды; все оставлено на месяц, доведено до начального состояния влажности и помещено в отдельные трубки для определения отделяющейся угольной кислоты; при этом получено угольной кислоты граммов:

	Переточенная листва	Непереточенная листва
1-й день	0.2472	0.2415
2-й »	0.1478	0.0993
3-й »	0.1037	0.0954
4-й »	0.0932	0.0885
5-й »	0.0857	0.0810
6-й »	0.0916	0.0795
7-й »	0.0874	0.0765
8-й »	0.0818	0.0721
Всего	0.9384	0.8338
Среднее в день	0.1173	0.1042

2. *Ковыль* из Харьковской губ. разлагался более года. В одной чашке переточен личинками Sciara. Взято по 75 г+ +100 куб. см. воды. Во всем опыт произведен так же. Получено угольной кислоты:

	Переточенный	Непереточенный
1-й день	0.2178	0.2374
2-й »	0.1127	0.1270
3-й »	0.1123	0.1107
4-й »	0.1472	0.1504
5-й »	0.1787	0.1800
6-й »	0.1899	0.1932
7-й »	0.2009	0.2188
8-й »	0.1892	0.1409
Всего	1.3487	1.3584
Среднее в день	0.1686	0.1698

3. *Дубовые листья*, разлагавшиеся около года. Взято по 60 г сухого вещества переточенных Julus terrestris и непереточенных листьев. Получено угольной кислоты:

	Переточенные	Непереточенные
1-й день	0.0927	0.1028
2-й »	0.1002	0.0833
3-й »	0.1372	0.1275
4-й »	0.0888	0.0780
5-й »	0.0735	0.0735
6-й »	0.0790	0.0800
7-й »	0.0922	0.0936
Всего . . .	0.6636	0.6387
Среднее в день	0.0948	0.0913

Оказалось, что измельчение листьев способствует, повидимому, их скорейшему разложению или же не оказывает влияния на быстроту разложения.

Если взять образцы перегноя после перетачивания его животными, то по внешнему виду их (на-глаз) нельзя отличить, из каких растений они образовались. Под микроскопом после первого перетачивания можно еще отличить перегной, проис-

шедший из злаков, по большому числу прозенхиматических клеток, отдельных или соединенных между собою, или по частям таких клеток (перегрызенных); в природе перегнойные вещества не однажды проходят чрез животный организм. Переточенные однажды вещества точас же после извержения, вероятно, не пригодны для питания животных, но на них тотчас же поселяются грибы, бактерии и т. д., и через некоторое время вновь образуется значительное количество белковых веществ, углеводов и проч., так что перегной опять может служить пищею для животных, и тогда следы строения растений, давших начало перегною, еще более уничтожаются. Это, между прочим, и составляет причину того, почему при микроскопическом исследовании чернозема, как показано работою П. Я. Крутицкого,*[11] нельзя определить, из каких растений образовались органические вещества этой почвы. Когда перегной дойдет до такого состояния, то разложение его будет при одинаковых условиях тоже одинаково, хотя бы он образовался в одном случае из степных злаков, а в другом — из древесных листьев. Это заключение неизбежно следует из всего сказанного выше и подтверждается следующим опытом. Степное сено и дубовые листья разлагались около года и после этого переточены личинками Sciara. Вещество высушено, чтобы убить личинок, а после этого снова смочено водою и оставлено во влажном состоянии месяца на 4 (на лето), причем оно поливалось водою.

В ту и другую чашку положены дождевые черви, и все оставлено опять на несколько месяцев. После этого вещество снова высушено на воздухе, и взято для определения быстроты разложения по 50 г сухого вещества того и другого перегноя и каждый смочен 50 куб. см воды; все оставлено на месяц, доведено потом до первоначального состояния влажности,

* Физико-химические исследования почвы и подпочвы черноземной полосы России. Издание Вольного экономического общества, выпуск II, СПб.

помещено в трубки, и угольная кислота определялась обыкновенным способом; при этом получено граммов:

	Перегной из сена	Перегной из листьев
1-й день	0.1532	0.1488
2-й »	0.1100	0.1222
3-й »	0.0970	0.1030
4-й »	0.1002	0.0990
5-й »	0.0872	0.0798
6-й »	0.0795	0.0800
7-й »	0.0808	0.0872
8-й »	0.1027	0.1102
9-й »	0.1133	0.0985
10-й »	0.0983	0.0980
Всего	1.0222	1.0167
Среднее в день	0.10222	0.10167

Опыты эти показывают, что если в некоторых почвах (как, напр., в черноземе) происходит накопление органических веществ, то это обусловливается не какими-либо специфическими свойствами образующегося перегноя, а внешними причинами, имеющими влияние на быстроту разложения органических веществ, и результаты опыта над черноземом и новгородскою почвою (см. выше) становятся вполне понятными.

Важнейшею из причин, влияющих на быстроту разложения почвенного перегноя, нужно считать просачивание воды в почву; при возможности просачивания почва делается влажною до большой глубины; проходящая вниз вода вытесняет из почвы воздух, уже обогащенный угольною кислотою, и способствует замещению его атмосферным воздухом. Вследствие всего этого создаются условия, чрезвычайно благоприятные для размножения низших организмов и, следовательно, для быстрого разложения органических веществ. Черноземные почвы все вообще способны значительно уплотняться, и если наблюдать во время дождей никогда не паханные черноземные степи, то легко убедиться, что дождевая вода проникает

в них только до незначительной глубины; поэтому в них разложение органических веществ происходит крайне медленно.

Исследования нижегородских почв показали, что количество перегноя в них выше в тех случаях, когда минеральная часть их содержит много глины и когда отдельные зерна почвы мельче; при уменьшении количества глины и увеличении крупности зерен песка, т. е. с увеличением проницаемости почв для воды, содержание в них перегноя оказывается все меньше и меньше.* Этим подтверждено мое заключение о том, что плотность почвы, ее рельеф и состав имеют преобладающее, если не исключительное, влияние в деле накопления перегноя в почвах.**

Кроме того весьма резкое доказательство в пользу того, что при большем просачивании воды в почве происходит ускоренное разложение органических веществ, дано г. Коржинским [12] в его почвенных и ботанико-географических исследованиях северной границы чернозема.*** Проф. Коржинский указал, что на северной границе чернозема лесные растительные формации постоянно отвоевывают место у формаций степных; вместе с тем лес, поселившись на черноземе, уменьшает содержание в почве перегноя, и вместо чернозема под лесом получаются так называемые серые земли, которые прежде носили название почв, переходных к чернозему.****

---

* Материалы для оценки почв Нижегородской губ., изданные В. В. Докучаевым. Выпуск XIV, в разных местах.

** Почвы черноземной области России, стр. 115—122.

*** Некоторые данные относительно северной границы черноземной области в восточной полосе Европейской России. (Приложение к протоколам заседания Общества естествоиспытателей при Казанском университете, 1885, № 87). — Его же. Предварительный отчет о почвенных и геоботанических исследованиях. 1886 год. Казань, 1887. — Его же. Северная граница черноземной области восточной полосы Европейской России в ботанико-географическом и почвенном отношении. Казань, 1888.

**** Проф. Коржинский, повидимому, допускает возможность образования из чернозема даже подзолистых почв. Но это, я полагаю, не верно: подзол образуется из нечерноземных суглинков, а из чернозема происходят только серые земли, цвет которых хотя и может подходить к подзолу, но другие свойства будут не те. Но между подзолом и серыми землями

В лесные почвы просачивается несравненно более дождевой воды,* чем в земли степные, по двум причинам. Во-первых, существование в лесу подстилки из листьев и ветвей затрудняет поверхностное стекание воды; во-вторых, верхний слой почвы в лесу под подстилкою всегда гораздо мягче (рыхлее), а следовательно, и проницаемее верхнего слоя степных почв, который ничем не защищен от высыхания и связанного с ним уплотнения.

Для того чтобы получить представление о том, что может происходить в черноземе при повторяющемся просачивании сквозь него воды, в моей лаборатории произведен был следующий опыт.

Почва из Великоанадольского лесничества (Екатеринославской губернии Мариупольского уезда) положена в два цилиндрических сосуда слоем в 6 дюймов; почвы взято по 3000 г, и в одном сосуде почва закрыта слоем дубовых опавших листьев в количестве 150 г. После этого почва поливалась водою каждый раз в таком количестве, чтобы она не могла задержать всей воды, но чтобы часть последней проходила в подставленные внизу стаканы. Всего для поливки употреблено:

Для чернозема с покровом из листьев . .	10 100 куб. см
» » без покрова	10 125 » »

В подставленные стаканы фильтровались совершенно бесцветные растворы, из которых вскоре оседало белое вещество, как оказалось,— углекислая известь, выщелачиваемая из почвы, очевидно, в виде двууглекислой соли. Опыт продолжался год; вода, прошедшая сквозь почву, собиралась и выпаривалась в платиновых чашках, и затем твердый остаток анализирован. При этом найдено:

есть большое сходство в том, что они образуются одинаковыми процессами (хотя и из разных почв).

* Большая влажность верхнего слоя почвы в лесу (по сравнении с почвами вне леса) доказывается для России исследованиями г. Молоденского в Умани, которые будут опубликованы в другом месте.

	В сухой почве (%)	(В растворе граммов) с лиственным покровом	без покрова
Органическ. вещества	8.461	—	—
Химически соед. H_2O	3.257	—	—
Потери при прокалив.	11.718	1.9012 *	1.2530 *
Раств. в солян. кислоте			
Кремнезем	16.508	0.3128	0.1705
Глинозем	6.337 }	0.2704	0.0204
Окись железа	4.984 }		
Окись марганца	0.234	0.1018	0.0219
Известь	2.088	1.3569	1.7618
Магнезия	1.715	1.3483	0.3667
Кали	0.736	0.0726	0.0496
Натр	0.103	0.0654	0.0593
Фосфорная кислота	0.168	0.0053	Следы
Серная кислота	Следы	0.0839	0.1611
Угольная кислота	0.424	—	—
Всего цеолитовых веществ	24.938		
Нерастворимых веществ (глины и песку)	63.344		

После опыта определено было содержание органических веществ в почве из того и другого сосуда. При этом найдено:

В почве с покровом из листьев . . . 7.30%
» » без покрова 6.57

Следовательно, содержание органических веществ в почве в обоих случаях уменьшилось. Всего в почвах было в начале по 253.83 г органических веществ; из этого разложилось в течение года:

С покровом . . 34.80 г
Без покрова . 56.70 »

* Органические вещества вместе с угольною кислотою и азотною кислотою.

Существование на поверхности почвы покрова из листьев не препятствовало, следовательно, разложению органических веществ в самой почве, хотя и замедлило его, потому что вода несомненно растворяла из покровного слоя органические вещества, которые разлагались уже в почве, и потому еще, что воздух, входящий в почву, проходил сперва сквозь слой листвы и отчасти лишался при этом кислорода.

Черноземная почва после опыта изменила свой цвет, приблизившись в этом отношении к серым землям. Из нее извлечено было при лиственном покрове около 6 г минеральных веществ, а без подстилки — 4 г, т. е. 0.2 и 0.13%. Без сомнения, это были вещества, цементирующие другие почвенные частицы, так же как и исчезнувшие из почвы органические вещества. Почва поэтому сделалась менее вязкою и в этом отношении приблизилась тоже к серым землям.

Я не буду останавливаться здесь на подробном рассмотрении изменений в самой почве, так как сделаю это в другом месте. Теперь же главным образом я хочу указать, что все эти изменения почвы опять-таки суть не что иное, как результат жизнедеятельности низших растительных организмов, размножающихся и разрастающихся в черноземе (при повторяющемся просачивании сквозь него воды) в поражающих размерах, благодаря, вероятно, обилию питательного материала в виде органических веществ. Во всех местах чернозем пронизан был нитями грибов и переполнен бактериями. Грибные нити вытягивались в нем во всевозможных направлениях и имели значительную длину.

В почвах, содержащих мало органических веществ, цвет которых зависит исключительно только от их минеральных составных частей, низшие растения могут играть еще и другую роль первостепенной важности: они способствуют равномерному распределению органических веществ в тех случаях, когда растительные остатки, напр. корни умерших растений, только в некоторых местах пронизывают почву.

Повод к наблюдениям над такою деятельностью низших растений дан был мне болезнью подсолнечника в Саратовской

губернии, пораженного пецицею (Peziza sclerotiorum).* Возле корневой шейки стебля больных растений поверхность почвы была совсем белою от густого сплетения нитей гриба, но чем дальше, тем нити были реже и реже, так что почва (чернозем) постепенно принимала свойственный ей темный цвет. Такое явление напоминало мне другую картину с обратным изменением цветов: если рассматривать разрез подпочвы чернозема, то возле корней умерших растений подпочва кажется темною, но дальше цвет ее делается светлее и сливается с общим цветом подпочвы. Явление это объясняется обыкновенно распространением в подпочве растворенных органических веществ, но я полагал, что одним этим объяснить его нельзя: образующиеся из умерших растений перегнойные вещества большей частью суть вещества коллоидальные, следовательно трудно передвигающиеся с одного места на другое; для их растворения нужно очень много воды, следовательно растворы органических веществ в почве всегда очень слабые, и в черноземе эти вещества, кроме того, тотчас же осаждаются из растворов известью, окисью железа и проч., наконец, при движении в почве воды происходит, как мы видели, весьма сильное разложение органических веществ. Поэтому явление это, т. е. распространение перегноя в почве вокруг корней умерших растений, оставалось для меня не вполне понятным до наблюдений, произведенных после того, как я имел случай видеть болезнь подсолнечника, упомянутого выше.

Наблюдения мои состояли в том, что я взял сухие корни разных растений и, держа их на весу в стакане, засыпал землею (желтою подпочвою чернозема), земля была смочена водою до $^1/_2$—$^1/_3$ влагоемкости и поддерживалась в таком состоянии (она закрывалась смоченною в воде бумагою, которая постоянно поддерживалась влажною). Рассматривая после этого через несколько дней землю возле корней, тотчас же можно было убедиться в том, что вокруг них в земле находилось множество грибных нитей. Грибы жили на счет умершего корня

* По определению М. С. Воронина.[13]

и, так сказать, разносили органические вещества, заключавшиеся в нем, по горизонтальному направлению. Когда по истечении нескольких месяцев я дал земле высохнуть, то почва вокруг корней была заметно темнее. Стакан был разбит осторожно, и почва разрезалась для наблюдения ее цвета ножом; наиболее ясно изменение цвета в том случае, когда почва слегка смочена, потому что места, окрашенные перегноем, при этом значительно темнеют, тогда как неокрашенные изменяют свой цвет незначительно.

При условиях, указанных мною, передвижения воды в почве быть не могло, потому что влажность почвы повсюду была равномерна; кроме того, влажность была такова, что передвижение воды в почве даже при высыхании верхних слоев ее могло быть очень незначительно. Некоторые исследователи (напр. Шумахер и Эзер) * даже совсем отрицают возможность передвижения воды при такой влажности, хотя и не вполне справедливо. Ввиду всего этого я полагаю, что не может быть сомнений в том, что низшие растения не только образуют перегной, но и способствуют распространению в почве органических веществ, а следовательно, и более равномерному распределению их.

Сходную с этим роль выполняют, как известно, и мелкие животные, но рассмотрение их деятельности не составляет предмета настоящей моей работы.

Из всего сказанного мною следует, что я представляю себе, что органические вещества в почве находятся там, где оставляют их разрастающиеся в почве растения и животные, и что передвижение органических веществ в почве не может происходить в значительных размерах. Это справедливо, по моему мнению, только для почв, бедных известью, магнезиею, окисью железа и т. д., — вообще основаниями, дающими с кислотами перегноя нерастворимые соединения. Такое представление может вызвать некоторые возражения, — именно, можно ска-

* Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik. Band VII, S. 41—42.

зать, что трудно понять, каким образом в перегное может происходить соединение кислот с известью и другими основаниями, если перегнойные кислоты остаются трудно растворимыми и неподвижными.

Я полагаю, однако, что в моем представлении процесса нет ничего непонятного. Если смочить чернозем водою в избытке, так, чтобы часть ее профильтровалась сквозь почву, то в полученном фильтрате всегда много извести в виде двууглекислой соли. Раствор этой соли всегда есть во влажном перегное, и потому соединение перегнойных кислот с известью легко может происходить даже и в такой почве, где вода совсем неподвижна. Если есть совокупность частиц почвы, между которыми отложены перегнойные вещества, то как бы мала ни была влажность почвы, часть перегнойных веществ, хотя минимальная, будет растворена. Рядом раствор содержит известь, которая легко может передвигаться в почве вследствие диффузии, тогда как перегнойные вещества как коллоидальные будут мало подвижны. Пришедшая известь осаждает кислоты, и раствор лишается и кислот и извести; поэтому вода в данном месте снова получает способность растворить часть кислоты, и снова появляются условия для диффузии извести. Образование перегнойных нерастворимых солей может происходить (в черноземе) не иначе, как в момент растворения гуминовой кислоты и других, подобных ей, без передвижения этих кислот в растворенном состоянии.

Если мы примем во внимание, что в черноземе перегнойные кислоты находятся почти исключительно в виде известковых солей, то иного представления об образовании этих солей не может и быть ввиду избытка в черноземе извести в растворенном состоянии.

В заключение позволяю себе сделать короткое замечание еще об одном факте. В своей книге я сообщил, что темные продукты разложения растительных остатков образуются только в присутствии грибов, но не получаются в присутствии одних бактерий. Факт этот подтвердился и при дальнейших исследо-

ваниях, но в настоящее время я могу дополнить его. Образование темных продуктов разложения не представляет какой-либо специфической способности грибов, но — по крайней мере во многих случаях — зависит только от того, что грибы уничтожают кислую реакцию субстрата, на котором они поселяются. В этих случаях мы имеем нечто подобное тому, что происходит с пирогалловою кислотою и ее солями; последние, как известно, быстро чернеют на воздухе, поглощая кислород. Если бактериальные продукты разложения сделать щелочными (напр. посредством аммиака), то и они темнеют на воздухе от окисления. То же делается с древесиною березы, сделавшеюся трухлою от разрастания грибницы Polyporus betulinus и др. Грибы, уничтожая кислую реакцию субстрата, делают его способным легко окисляться и темнеть вследствие этого.

Пока я довольствуюсь этим кратким замечанием, верным для многих случаев; но есть грибы, повидимому, обладающие специфическою способностью давать черную окраску разлагающемуся веществу, так что полное разъяснение этого предмета требует новых исследований.

III

Сообщенные выше исследования были закончены, и самая статья написана раньше того, как я получил работу профессора И. Леваковского (в Харькове) под заглавием «Некоторые дополнения к исследованиям над черноземом».* Работа эта отчасти посвящена, между прочим, тем же вопросам, которые рассматриваются в моих исследованиях, описанных в настоящей статье; кроме того, она заключает критику некоторых моих прежних исследований и — главное — дает новую теорию накопления органических веществ в почвах. Для устранения недоразумений я вынужден сделать несколько замечаний относительно работы г. Леваковского.

* Труды Общества испытателей природы при Харьковском университете, т. XXII. Я указываю страницы отдельного оттиска.

Прежде всего замечательно, что проф. Леваковский нигде ни одним словом не указывает на деятельность низших растений и животных в образовании перегноя и, повидимому, считает, что образование перегнойных веществ есть процесс чисто химический, а не химико-физиологический. Так, проф. Леваковский полагает до сих пор, «что наиболее энергичное окисление надземных растительных остатков должно происходить под влиянием озона и перекиси водорода» (стр. 27), тогда как озон и перекись водорода, напротив, обыкновенно замедляют разложение растительных остатков, вредно действуя на низшие растительные организмы, производящие разложение. Вольни, производя по этому предмету исследования, опубликованные уже в 1886 г., говорит: «Особенно удивительно, что озон, как сильное окисляющее средство, уменьшает выделение угольной кислоты из легко разлагающихся органических веществ (почвенного перегноя, навоза). Это может основываться только на том, что деятельность организмов, участвующих при разложении, замедляется озоном». Не трудно представить, что, оставив без внимания все исследования над причинами и процессами разложения органических веществ, проф. Леваковский приходит к таким заключениям, которые никак не могут быть приняты при современном уровне научных сведений.

Я не буду рассматривать его критических замечаний на мои работы и воззрения по причинам, указанным ниже, и потому еще, что всякому очень легко сравнить наши статьи; я остановлюсь только на рассмотрении его новой теории. «Признавая возможность проникания твердых органических веществ в почву чрез находящиеся в ней поры и трещины, не могу считать это проникание существенно важным способом накопления перегноя в черноземе» (стр. 15),—говорит г. Леваковский, соглашаясь в этом случае со мною. Вместе с тем проф. Леваковский не признает обогащение чернозема перегноем вследствие просачивания растворенных перегнойных веществ, но тем не менее думает, что органические вещества проникают в чернозем в виде раствора. «Дело состоит в том, что раститель-

ные остатки, будут ли они в виде корней или в виде надземных частей растений, в свежем состоянии содержат в себе не мало таких органических соединений, которые растворимы в воде. Сухое луговое сено содержит в себе около 40% растворимых безазотистых (?) веществ. Вот эти-то соединения и могут непосредственно просачиваться в почву и там уже подвергаться длинному ряду превращений для перехода в состояние настоящего перегноя» (Леваковский, стр. 18).

Значительная часть статьи проф. Леваковского занята доказательствами в пользу возможности указанного им процесса, причем он признает возможным просачивание в неизмененном виде растворимого белка, сахара и других углеводов в глубокие слои до подпочвы. Опыты, предпринятые им для оправдания своих воззрений, заключаются в том, что он получал растворы органических веществ из соломы, из трухлой орешины и оставлял их на воздухе в стаканах, причем в них образовались пленки и осадки, поднимающиеся на поверхность и снова оседающие (стр. 20, 21, 22), причем проф. Леваковский исследовал их свойства, прибавляя к растворам соли глинозема, окиси железа, меди и проч. Но очевидно, что все такие опыты могли бы служить некоторым пособием для разъяснения процессов, происходящих в болотной воде, а не в почве, пронизанной воздухоносными скважинами. Проф. Леваковский полагает, повидимому, что дождевая вода, которая может растворять органические вещества мертвых растений, не подвергавшихся еще разложению, растворяет сразу значительное количество таких веществ. Но дождевая вода действует совсем не так, как вода, употребляемая при химическом анализе для определения количества растворимых веществ. Дождевая вода действует на неизмельченные растения и быстро скатывается с них, не успевая оказать значительного действия. Как велико растворяющее действие дождевой воды, видно из исследований Эммерлинга.*

* Landw. Wochenblatt für Schleswig-Holstein. 1880.

Скошенное сено, содержавшее, как показал анализ, в сухом веществе 31% растворимых в воде веществ, два раза подверглось влиянию сильного дождя; дождь в 10.87 мм растворил 0.33% (по отношению к сухому веществу), и в том числе 0.15% минеральных веществ. Второй дождь через несколько дней в 13.87 мм, когда сено имело уже признаки начинающегося разложения, растворил 0.61% сухого вещества, в том числе 0.34% минеральных веществ. Таким образом дождем растворено в первый раз 0.006,[14] во второй раз 0.011 [15] всего количества органических веществ, растворимых в воде. В первом случае дождевая вода после действия на сено содержала в литре 1.04 г органического вещества; в другом случае — 1.5 г. Растворы эти очень слабы и, кроме того, содержат наиболее легко разлагающиеся составные части растений. Перечисляя количество содержащегося в этих растворах азота (содержание углерода не показано Эммерлингом), мы находим, что раствор этот в среднем содержит около 8 частей азота на 100 000, а следовательно, по содержанию азота подобен тому, какой употреблялся английскою комиссиею для исследования причин загрязнения рек; при опытах комиссии, как известно, такие растворы после фильтрования сквозь почву почти совсем освобождались от содержащихся в них органических веществ; растворимый белок, сахар и т. д., содержащиеся в воде, действовавшей на сено, без сомнения, будут разлагаться еще быстрее, чем органические вещества, бывшие в воде при опытах английской комиссии.[16]

Г-н Леваковский смотрит, впрочем, иначе на результаты опытов английской комиссии, и ошибка его в этом едва ли не была главною причиною других его недоразумений. Вот слова проф. Леваковского об опытах английской комиссии (стр. 13):

«Г-н Костычев ссылается на исследования английской комиссии над очищением воды, содержащей взмученные и растворенные органические вещества, посредством процеживания ее сквозь почву.

«100 000 частей грязной воды, подвергавшейся исследованию, содержали в себе:

Твердых веществ	645.0
Углерода в органич. соед.	4.386
Азотистых соединений *	7.060

«Вода приведенного состава фильтровалась через почву:

«1) Со скоростью 22.5 литров на 1 куб. метр почвы в 24 часа.

«2) Со скоростью 45 литров на 1 куб. метр почвы в 24 часа.

«О результатах этих исследований г. Костычев говорит, что прошедшая через почву вода, по содержанию в ней органических веществ, оказывалась одинаковою с водою ключей, речек и колодцев. *Из этих слов можно заключить, что ни твердые, ни растворенные органические вещества не просачивались через почву!(?)*. Но из рассмотрения таблицы, приведенной г. Костычевым, оказывается иное. Взявши средние величины и выразив их в процентах, мы получим, что:

	При 1-м ряде опытов	При 2-м ряде опытов
Твердых веществ просачивалось	18.87%	15.47%
Углерода в органич. соедин.	17.20	12.01
Азотистых соединений (*азота! П. К.*)	68.23	42.72

«Итак исследования английской комиссии доказывают совершенно противоположное тому, что имел в виду г. Костычев».

Подчеркнутая мною фраза показывает, что проф. Леваковский только что приведенными им перечисленными цифрами думал доказать, что *растворимые органические вещества просачивались через почву*. Особенно много просачивалось азота — 68 и 43%, но проф. Леваковский не принял во внимание того, что просачивались почти только соли азотной и азотистой кислот, а вовсе не органические азотистые вещества.

---

* Не «азотистых соединений», а «всего соединенного азота». Проф. Леваковский цитирует не точно: в обоих выражениях очень большая разница. *П. К.*

Если я говорю в своей книге, что фильтрованная вода (при опытах английской комиссии) по содержанию органических веществ была одинакова с водою речек, колодцев и пр., то из этого не следует, что в ней органических веществ нет, а значит только, что их мало, так же как в речной, колодезной и ключевой воде; это, надо заметить, не мой вывод, а повторение слов английской комиссии, помещенных у меня в книге на той же странице.

Если представленные мною цифры опровергают мой вывод, то значит этими цифрами английская комиссия, в составе которой были, между прочим, и первоклассные ученые, опровергла свое собственное заключение. Между тем заключения английской комиссии признаются справедливыми и во Франции, и в Германии, и их считают правильными все ученые, имевшие случай говорить об этом предмете. Ввиду всего этого невольно приходится думать, что ошибку допустил проф. Леваковский в своем заключении, и это действительно так.

По словам английской комиссии, фильтрованная грязная вода по содержанию органических веществ была часто одинакова с водою, доставляемою в Лондон для домашнего употребления, и даже чище ее. В подтверждение этого комиссия приводит следующие анализы фильтрованной грязной воды и воды, употребляемой в Лондоне для питья:

			В 100 000 частях воды содержится: органич. углерода	органич. азота
Грязная вода, фильтрованная		18 января	0.564	0.069
» » »		22 февраля	0.542	0.063
» » »		1 марта	0.535	0.078
» » »		8 »	0.503	0.066
Лондонская вода для питья, доставляемая	компанией «Soutwark»	8 января	0.515	0.080
	компанией «Chelsea»	5 февраля	0.686	0.079
	компанией «Grand Junction»	5 »	0.475	0.067
		5 »	0.607	0.068
	компанией «Lamberth»	5 »	0.526	0.058

Из этого видно, что вывод английской комиссии, повторенный мною, основан на точных фактах и не подлежит ни малейшему сомнению. Справедливость его можно было бы иллюстрировать длинных рядом цифр, показывающих содержание органических веществ в воде рек, озер, ключей и пр., если бы это не было излишне ввиду общеизвестности этих цифр.

Заблуждение г. Леваковского произошло оттого, что он употребил неправильный прием, обманувший его самого. Он вычислил состав фильтрованной воды в процентах того, что в ней заключалось раньше. Чтобы убедиться в ненадежности такого приема, стоит только представить себе, что мы фильтруем через почву ключевую или речную воду. После фильтрования в ней будет столько же органических веществ, как и раньше, т. е. 100% первоначального количества; но из этого нельзя было бы заключить, что речная вода может обогащать почву органическими веществами, заключающимися в ней. Правда, что в фильтрованной грязной воде было 17 и 12% углерода, бывшего в грязной воде, но эти 17 и 12% углерода именно и есть то количество, которое (по содержанию углерода в данном объеме воды) находится в воде многих рек, ключей и проч., вообще в воде, употребляемой для питья и считаемой чистою. Такая вода не может обогащать почву органическими веществами, и я полагаю, что теперь проф. Леваковский признает, что я был прав в своих заключениях.

В настоящей статье приведено исследование, показывающее, что при просачивании воды сквозь чернозем последний становится беднее органическими веществами даже и в том случае, когда на поверхности почвы находится значительный слой древесных листьев.

Нужно заметить, что лесная подстилка представляла для теории проф. Леваковского особые затруднения. Под лесом органические вещества в почве не накопляются, а между тем ежегодно опадает много листьев, из которых вода (по теории проф. Леваковского) может растворять различные вещества, унося их в глубокие слои. Затруднение это проф. Леваковский

устраняет так (стр. 28): «При рассмотрении верхнего слоя лесной подстилки оказывается, что между составляющими его слипшимися листьями находятся в значительном количестве комки бурой аморфной массы. Масса эта нерастворима в воде, а растворяется только в углекислых щелочах, в углеаммиачной соли — слабо, в углекалиевой — более значительно, и выделяется из этих растворов кислотами снова в нерастворимом состоянии. *Несомненно*, что это вещество образовалось из органических соединений, которые выщелочены водою из листьев, но не могли своевременно, до перехода в нерастворимое состояние, просочиться в почву вследствие препятствия, представляемого слоем самих же листьев».

Хотя в этом рассуждении и стоит слово «несомненно», но вместе с тем видно, что проф. Леваковский только предполагает, что происхождение аморфных веществ лесной подстилки таково, потому что нигде нет ни одного указания на то, чтобы г. Леваковский проследил их образование в лесу, и все это рассуждение, говоря словами, находящимися в статье самого же проф. Леваковского, «принадлежит только к области кабинетных соображений, не подкрепленных никакими положительными данными (стр. 13), мало того, — рассуждение это прямо противоречит всем имеющимся научным данным.

Во-первых, лесная подстилка не препятствует проникновению воды в почву, а увеличивает просачивание, как оказалось при всех без исключения точных исследованиях,* поэтому растворенные из листьев вещества никак не могли бы задерживаться листьями, а просачивались бы в лесу глубже, чем в других местах, если бы быстрое разложение растворенных органических веществ не препятствовало этому.

Относительно аморфных перегнойных веществ в моей книге уже сказано было, что они суть результат деятельности живот-

* Ebermayer. Die physikalische Einwirkungen des Waldes auf Luft and Boden. Berlin, 1873. — Его же. Die gesammte Lehre der Waldstren. Berlin. — То же самое, как сказано выше, доказывается исследованиями г. Молодецкого и для России.

ных.* В настоящее время, когда сделались общеизвестными работы Поста** и Мюллера,*** в этом не может быть сомнения.

Вот, напр., что говорится у Поста о лесном гумусе, т. е. о тех комках перегнойного вещества, о которых говорит и проф. Леваковский.

«*Лесной гумус.* Опадающие части растений сперва буреют после смерти, но сохраняют свою растительную структуру; только после того, как они пройдут чрез тело насекомых, получается свойственный гумусу вид. . . Травоядных личинок насекомых можно считать важнейшими образователями гумуса. Верхние перегнойные слои явно состоят из извержений животных, и в глубине они (извержения) более размельчены и потому менее ясны, но их во всяком случае можно различить».

Из всего этого видно, что, создавая свою теорию, проф. Леваковский не принял во внимание обширные и наиболее важные области научных исследований относительно образования и накопления перегноя и тем нанес своей теории смертельный удар еще до ее появления. Так как проф. Леваковский критически рассматривает мои работы, применяя тот же размер научных сведений, то это избавляет меня от необходимости отвечать на его критические замечания. Образец их мы видели в разборе работ английской комиссии и в его суждениях о лесной подстилке.

* Почвы черноземной области России. Стр. 81.

** Landwirtschaftliche Jahrbücher, 1888, p. 405.

*** Müller. Studien ueber die natürlichen Humusformen. Berlin, 1887. Раньше работы Поста и Мюллера напечатаны были только на шведском и датском языках, а потому и не были известны ни у нас, ни во Франции, ни в Германии.

СВЯЗЬ МЕЖДУ ПОЧВАМИ И НЕКОТОРЫМИ РАСТИТЕЛЬНЫМИ ФОРМАЦИЯМИ



Печатается по тексту, опубликованному в «Трудах VIII съезда естествоиспытателей и врачей», 1889



В последнее время работы по географии растений у нас весьма часто имеют характер так называемых геоботанических исследований, и можно сказать даже, что этим именно характером отличается большинство наших новейших ботанико-географических работ. Но если под геоботаникою — соответственно значению этого слова — разуметь выяснение или хотя только указание связи между почвами и существующими на них растительными формациями, то нельзя не признать, что во многих случаях геоботанические исследования наши совсем не выполняют своего назначения: в таких исследованиях нередко мы не находим никаких указаний о свойствах и отличительных признаках тех почв, на которых распространены описываемые формации; если же речь заходит о причинах, почему некоторые растительные формации существуют только в определенных местностях, то исследователи при рассуждениях об этом весьма нерешительно колеблются между климатом и почвою. Есть даже и такие случаи, когда отрицается, повидимому, вообще та мысль, что существование особенных растительных формаций в совокупности их наиболее многочисленных и характерных представителей обусловливается главнее всего почвенными условиями, по сравнению с которыми другие условия (а в том числе и климат) играют вполне подчиненную роль. Можно указать только на немногие работы как на счастливые исключения из этого общего правила.

Общий руководящий принцип для геоботанических исследований ясно выражен проф. Ашерсоном[1] в следующих словах: «Историко-геологические условия в связи с климатическими определяют главным образом форму и величину обитания каждого отдельного вида, *его географическое распространение*, тогда как влияние почвы — ее физико-химических свойств, — а также и сожительство с другими растениями обусловливают *топографическое размещение* особей в пределах области обитания их».*

Исследование растительных формаций, их распространение и указание ближайших причин их существования в каждом отдельном случае—это и есть задача топографии растений, или — как ее чаще называют у нас — геоботаники. Очевидно, что против мысли Ашерсона не может быть возражений: каждая растительная формация обыкновенно занимает площадь, меньшую площади обитания растений, составляющих формацию и характерных для нее; эти растения в силу климатических условий могут произрастать далеко за пределами данной формации, а если они в характерной совокупности приурочены к известным только местностям внутри области обитания их, то причиною их сожительства в виде определенных формаций не может считаться климат: только почвенные условия могут разъяснить нам существование резко обособленных растительных формаций в виде резко ограниченных областей; эта резкая смена формаций и определенность границ между ними служат уже достаточным доказательством в пользу зависимости их от условий почвенных, а не климатических.

В некоторых случаях мысль эта столь резко подтверждается фактами, что не возбуждает ни малейших сомнений; так, напр., существование среди травяных степей болот и солончаков с характерными для них формациями никто не станет, конечно, объяснять какими-либо другими причинами, кроме

---

* J. Leunis's Synopsis. Botanik. Erster Band. Dritte Anflage. 1883. Pflanzengeographie, S. 724—725.

особенностей почвы — ее состава и положения. В других случаях влияние почвы не столь очевидно: если мы обратимся, напр., к изучению того, что высказано было в разное время о распределении в некоторых странах лесных и степных растительных формаций, то встретим значительное разнообразие мнений. Ближайшее и более внимательное рассмотрение предмета показывает однако, что и в этом случае влияние почвенных условий не менее сильно, по крайней мере для некоторых ботанико-географических областей.

Кажущаяся многим неясность влияния почвы для таких случаев объясняется тем, что результаты новейших исследований по почвоведению не известны ботаникам, и они при суждениях о влиянии почвы на топографию растений руководствуются — по отношению к физическим свойствам почвы — еще и теперь исследованиями и указаниями Турмана (в его «Essais de Phytostatique»), которые были недостаточны даже для своего времени, а в настоящее время представляют чистый анахронизм. Точно так же при суждениях о влиянии извести на топографию растений принимают во внимание только это вещество, а его взаимодействие с другими составными частями почвы остается обыкновенно без рассмотрения, и т. д.

В настоящей работе я останавливаюсь на области европейско-азиатских степей, области североамериканских прерий и южноамериканских пампасов. Все эти три области во многом имеют между собою поразительное сходство, и я постараюсь показать: 1) что распределение лесов и степей в этих областях и даже самые границы их не определяются климатом, 2) что между почвами этих областей и растительными формациями существует резко выраженная связь и 3) почему именно леса и степи размещаются только на почвах с определенными свойствами.

Кроме того, я имею в виду показать, что указанное в последнее время издавна существовавшее вытеснение степей лесами определяется самыми свойствами этих формаций и составляет процесс неизбежный.

I

В европейско-азиатской степной области наибольшим вниманием ученых исследователей пользовалась растительность чернозема.

В последнее время почти одновременно и независимо друг от друга проф. Цингер,*[2] проф. Коржинский ** и я *** указали, что существование на черноземе характерных формаций не объясняется особенностями климата в пределах распространения чернозема.

Не излишне заметить здесь, что как названные мною ученые, так и я основывали свои заключения на личных исследованиях в течение многих лет; наблюдения наши производились во многих местах черноземной области, каждым с различными приемами и имели разные цели; если мы при таких условиях, не зная о направлении работ друг друга, пришли к одинаковому заключению, то это не может не свидетельствовать в пользу того, что в черноземной области встречаются многочисленные и разносторонние факты, неизбежно приводящие к тому выводу, что климатом нельзя объяснить существование особенных растительных формаций на черноземе.

Со времени издания моей книги [3] я ежегодно производил обширные экскурсии в разных местностях черноземной области от Уфимской губ. до Подольской, и найденные мною факты не только не изменили моих воззрений, но дали в пользу их разнообразные подтверждения.

---

* Цингер. Сборник сведений о флоре средней России. М., 1885, стр. 509—520.

** Коржинский. Некоторые данные относительно северной границы черноземно-степной области в восточной полосе Европейской России. Казань, 1886. — Его же. Северная граница черноземно-степной области и т. д. Казань, 1888.

*** Костычев. Почвы черноземной области России. Часть I. С.-Петербург, 1886, стр. 123—152.

В настоящей статье я только вкратце перечислю те доводы, которые не позволяют признать климат первенствующим фактором в распространении на черноземе особенных растительных формаций.

На это прежде всего указывает неправильность северной границы чернозема. В северной части черноземной области, к югу и западу от Волги, нельзя не заметить лесных полуостровов, глубоко заходящих в область чернозема. Типичный чернозем близ самой Волги начинается у Тетюш, и отсюда его граница идет не вполне правильною линиею на юго-запад к Промзину-Городищу на Суре. В этой части к северу от указанной линии произрастают еще и теперь обширные леса, занимавшие раньше все пространство между Сурою и Волгою; об этом ясно свидетельствуют следы прежнего существования лесов в виде почв особенного характера, приобретаемого ими только под лесом. В то же время вдоль левого берега Суры, подходя к самой реке, залегает сплошной чернозем, доходящий к северу до реки Пьяны.*

Южнее Промзина сплошной чернозем залегает только в виде узкой полосы,** далее к югу в Симбирской губ. и в северных уездах Саратовской мы находим обширный нечерноземный остров, переходящий и на левый берег Волги в Самарскую губ.

Остров этот показан и на схематической карте проф. Докучаева, приложенной к его книге «Русский чернозем», хотя границы его не могли быть отмечены с точностью и даже не указано, что он переходит за Волгу.

---

* Граница чернозема здесь правильно указана г. Коржинским в его книге «Северная граница черноземно-степной области» и т. д., Казань, 1888. Мои наблюдения летом 1888 г. вполне подтверждают указания г. Коржинского.

** Весьма вероятно, что полоса эта не сплошная, а чередуется с почвами нечерноземными. Вообще распространение чернозема здесь крайне запутано, и для точного определения его границ в этой местности необходимы детальные исследования.

То же самое, хотя и в меньших размерах, мы видим в Тамбовской губ. по течению Цны; здесь непосредственно у левого берега этой реки залегает чернозем, заходящий верст на 40—60 севернее Моршанска, тогда как тотчас же за рекою нет черноземных почв; а почвы нечерноземные, занятые лесом, далеко вдаются внутрь чернозема в виде узкого полуострова.

Подобные же явления мы замечаем повсюду. У проф. Цингера * указаны случаи, когда характеризующей чернозем растительности нет внутри черноземной области на почвах особого рода; я указал на то, что за Волгою, напр. в Уфимской губ., есть острова чернозема севернее его общей границы,** и т. д.

Впрочем факт нахождения лесов среди чернозема повторяется повсюду, и не надо думать, что таких лесов немного. Вот, напр., наиболее точные статистические сведения о количестве лесов в некоторых черноземных губерниях:

В губ. Воронежской	5590	кв.	к.
» Донской области	3680	»	»
» губ. Курской	5700	»	»
» » Пензенской	15480	»	»
» » Полтавской	6420	»	»
» » Саратовской	13150	»	»
» » Симбирской	25000	»	» и т. д.***

Цифры эти показывают пространство лесов, уже значительно уменьшенное культурою; раньше леса внутри черноземной области были несравненно обширнее, о чем, как уже сказано, свидетельствуют почвы, освобожденные из-под леса и имеющие особенный характер.

* Сборник сведений, стр. 518—519.

** Почвы черноземной области, стр. 199—200.

*** Генко. К статистике лесов Европейской России. Лесной журнал, 1888. У автора показаны пространства в десятинах.

Ошибочно было бы думать, что леса среди чернозема находятся только в низменностях. Мы находим их, например, чаще всего на местах возвышенных, на водоразделах, и это объясняется вполне теми причинами, которые будут указаны мною ниже.

Известно, кроме того, что сам чернозем представляет почву, весьма благоприятную для искусственного разведения леса даже в наиболее сухих местностях черноземной полосы. Приемы лесоразведения на степном черноземе в настоящее время настолько выработаны практикою, что дело это не представляет ни малейших затруднений,* требуется только известным образом изменить обработкою верхний слой черноземной почвы, т. е. сделать эту почву по ее физическим свойствам сходную с теми, на которых распространены леса черноземной области.

В последнее время исследования проф. Коржинского,** подтвержденные тотчас же и другими лицами, показали, что в различных местностях черноземной области, повидимому везде, где чернозем граничил с лесами, происходило вытеснение степных растительных формаций лесами. Во многих местах почва занята была степью и после нее лесом, который теперь большею частью уже вырублен. Такая смена разнообразной растительности показывает, что черноземные местности по своим климатическим условиям одинаково благоприятны для степной растительности и для леса; распространение лесов на счет степей происходило, как я постараюсь показать ниже, вследствие особенного влияния на почву, производимого лесом.

Наконец, к тому же заключению мы приходим при рассмотрении климатических данных для местностей, лежащих внутри области чернозема, на его границе и к северу от этой границы. Обыкновенно считается, что для лесной растительности необходимы более частые и обильные дожди или при

* См. об этом в моей книге «Почвы черноземной области».

** Северная граница черноземно-степной области. Казань, 1888.

одинаковых дождях более низкая температура, чем для степной растительности. Для очень многих черноземных местностей с формациями степными и для местностей по преимуществу лесистых мы не замечаем указанного различия.

Возьмем для примера следующие места вне чернозема с климатическими данными по временам года.

	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
1. *Кострома*					
1) Средняя температура	—10.8	2.1	17.4	3.5	3.1
2) Число дней с осадками	41	32	38	37	148
3) Осадков в миллиметр.	68	115	191	138	512
2. *Нижний Новгород*[4]					
1) Средняя температура	—10.5	3.0	18.1	3.9	3.7
2) Число дней с осадками	23	25	34	27	126
3) Осадков в миллиметр.	112	109	205	122	548
3. *Чернигов*					
1) Средняя температура	—6.0	6.2	19.4	7.1	6.7
2) Число дней с осадками	26	31	27	28	112
3) Осадков в миллиметр.	80	93	133	136	442
4. *Белосток*					
1) Средняя температура	—3.0	5.6	18.0	7.1	6.8
2) Число дней с осадками	30	31	37	32	129
3) Осадков в миллиметр.	76	119	221	110	526

Следующие места лежат внутри чернозема, но вполне соответствуют поименованным выше по своим климатическим условиям и, может быть, даже благоприятнее их для лесов по своему климату.

	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
1. *Моховое* (Тульск. губ.)					
1) Средняя температура	—9.3	1.5	17.4	4.4	3.6
2) Число дней с осадками	41	38	33	34	146
3) Осадков в миллиметр.	139	154	199	194	636
2. *Воронеж*					
1) Средняя температура	—8.8	4.0	18.4	4.8	4.6
2) Число дней с осадками	34	31	30	25	120
3) Осадков в миллиметр.	133	130	180	138	581
3. *Тамбов*					
1) Средняя температура	—9.5	4.2	19.5	6.0	6.0
2) Число дней с осадками	53	38	39	34	164
3) Осадков в миллиметр.	115	121	192	132	560
4. *Полянки* (Саратовская губ.)					
1) Средняя температура	—10.2	1.6	17.1	4.9	3.1
2) Число дней с осадками	35	30	31	31	127
3) Осадков в миллиметр.	100	106	182	124	512

Подобные сравнения не трудно было бы значительно умножить, так что легко указать большое число местностей черноземных и лесных с одинаковыми или очень сходными между собою климатическими условиями, а это не допускает иного заключения, как то, что степные и лесные растительные формации могут существовать при однородных климатических условиях.

С другой стороны, не менее замечательно и то обстоятельство, что степные растительные формации, совершенно однородные по их главным характерным представителям, могут существовать при значительно различных климатических условиях. Сравним, напр., Моховое Тульской губ. с двумя следующими местами и оба эти места между собою.

	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
1. (*Троицк*) (Оренбургской губ.)					
1) Средняя температура	—16.7	1.5	22.2	1.5	2.2
2) Число дней с осадками	25	21	30	24	99
3) Осадков в миллиметр.	39	59	171	76	345
2. *Ставрополь*					
1) Средняя температура	—2.7	7.7	22.2	9.6	8.6
2) Число дней с осадками	32	36	32	26	125
3) Осадков в миллиметр.	131	194	242	160	727

Замечательно, что невдалеке от Троицка, несмотря на крайние особенности климата, есть леса в открытой степи.

Ввиду всех этих факторов становится совершенно понятным, почему из многих лиц, полагавших, что существование степных формаций чернозема обусловливается климатом, никто до сих пор не мог и не решался указать те климатические величины, которые благоприятны для этих формаций и характерны для них.*

Таким образом, очевидно, что размещение лесов и степей у нас в Европейской России представляется непонятным, если при рассмотрении причин его мы ограничимся климатическими факторами. Но такое размещение станет для нас вполне ясным, коль скоро мы обратим внимание на почвы, занятые лесными и степными растительными формациями.

* Г. Краснов («Опыт истории развития флоры юго-восточной части Тянь-шаня») в разных местах этой своей книги выделяет какую-то полосу с 18% перегноя в почве, указанную будто бы Докучаевым, — полосу с каким-то *нейтральным* (?) климатом (стр. 225 указанной книги и в др. местах ее). Но, во-первых, у Докучаева нет такой полосы; во-вторых, максимальное содержание перегноя в черноземе совпадает чаще всего с крайностями климата черноземной полосы, хотя встречается и во всех местностях чернозема. Указание насчет нейтральности климата тоже неизвестно на чем основано.

Известно, что чернозем занимает не сплошь всю площадь его распространения; среди чернозема во всех местностях находятся многочисленные и иногда довольно обширные острова земель нечерноземных, отличающихся от чернозема большею крупностью частиц, их составляющих, — земель супесчаных и песчаных. На основании своих наблюдений во всех губерниях черноземной полосы в течение десяти лет я утверждаю, что повсюду на почвах со значительным содержанием крупнозернистого песка мы неизменно находим леса или несомненные следы их существования; на всех почвах с тонкоизмельченными частицами поселяются, напротив, степные растительным формации.

Неправильное очертание северной границы чернозема точно так же объясняется только размещением здесь почв с тонкоизмельченными и почв с крупными частицами. На правых берегах Суры и Цны, на которых, как сказано выше, находятся леса и нет чернозема, почвы отличаются большим содержанием песка, и притом песка крупнозернистого. Местами почва здесь сыпучий песок, и тогда на ней мы находим прекрасные сосновые леса. В Симбирской, Саратовской и Самарской губерниях упомянутый выше обширный остров лесов отличается от окружающего его чернозема таким же характером почв: почвы здесь супесчаные и песчаные или же представляют крупный щебень известняка, т. е. составные части их измельчены гораздо грубее, чем у почв черноземных.

Понятным становится, почему среди чернозема леса располагаются чаще всего на гребнях водоразделов; почвы здесь вследствие размывания и последующего отмучивания самых мелких частиц представляются по сравнению с неизмененным черноземом грубее измельченными. Одним словом, тот же самый факт — поселение лесов на почвах грубоизмельченных и степных растительных формаций на почвах тонкоизмельченных — повторяется с неизменною правильностью на всем пространстве черноземной области Европейской России.

Более точное детальное исследование почв подтверждает этот факт с особенною ясностью. Пример такого рода мы нахо-

дим в детальном изучении почв Нижегородской губ. г. Докучаевым и его помощниками. В следующей таблице представлена классификация нижегородских почв, принятая указанными исследователями, и указано среднее содержание некоторых составных частей в этих почвах.

	Песок (%)	Перегной (%)	Частицы до 0.01 мм в диаметре (%)	Частицы, крупнее 0.01 мм в диаметре (%)
1. Чернозем плато. Тяжелые глинистые почвы	37.4	10.1	58.39	41.2
2. Долинный чернозем. Глинистые почвы	59.4	6.3	35.5	53.2
3. Темносерые лесные земли. Тяжелые суглинки	66.35	4.1	28.3	70.8
4. Серые земли. Средние суглинки	76.2	2.9	21.5	78.0
5. Легкие суглинки	81.4	1.9	17.3	81.4
6. Супеси	87.2	1.6	9.3	?
7. Глинистые пески	91.8	1.1	7.0	?
8. Кварцевые пески	97.1	0.3	2.3	97.5 *

Результаты анализов (содержание перегноя) и разъяснение исследователей показывают нам, что степные растительные формации существовали только на первых трех группах перечисленных почв. Может быть эти формации были и на почвах четвертой группы, но только изредка, на тех местах, где почвы эти были тоньше измельчены. На большей части почв четвертой группы и на почвах всех следующих групп, при значительном содержании песка и при большей крупности его, были только лесные растительные формации.

Если мы выйдем из пределов европейского чернозема, то и в других местах европейско-азиатской степной области

* Материалы к оценке земель Нижегородской губ. Выпуск XVI.

найдем то же самое. В подтверждение этого можно сослаться на исследования г. Краснова в Тянь-шане.*

Им найдены степные формации в разных зонах: альпийской, хвойной и культурной. Растительные виды, входящие в состав этих формаций, не одни и те же в разных зонах, но характер их однороден и совокупная жизнь их в виде целой формации представляет во всех зонах поразительное однообразие. Вместе с ними во всех указанных зонах занимают большие площади леса и кустарники, т. е. степные и лесные растительные формации уживаются здесь рядом, при одинаковых климатических условиях. Сам г. Краснов, к сожалению, не обратил должного внимания на то, что леса и степи заняли здесь почвы особого характера, но тем не менее из его изложения ясно, что степные растительные формации здесь находятся повсюду на лёссе и подобных ему почвах, т. е. на почвах тонкоизмельченных, содержащих значительное количество глинистых коллоидальных частиц, цементирующих песок. Формации альпийских кустарников, хвойных и лиственных лесов находятся на почвах иного характера.

Знаменитый исследователь лёсса Рихтгофен указывает, что вообще на лёссе не бывает лесов, и с особенною настойчивостью повторяет это указание. **

При рассмотрении североамериканских лесов и прерий мы находим в характере и условиях их распространения полнейшее сходство с тем, что наблюдается относительно этого в европейско-азиатской степной области.

Известнейшие знатоки североамериканской растительности признают, что распространение прерий и границы между ними и лесами не могут быть объяснены климатическими условиями.

---

* Опыт истории развития флоры южной части восточного Тянь-шаня. С.-Петербург, 1888.

** Richthofen. Führer für Forschungsreicende. Berlin, 1886; в разных местах.

Аза-Грей [5] и Гукер [6] выражаются по этому предмету таким образом.*

«Вся область повышается постепенно (к западу), доходя в тех местах, где поднимаются горы, в среднем до высоты 5000 футов. Годовое количество дождя на ее восточной границе колеблется в пределах от 24 до 32 дюймов (610—813 мм) и довольно равномерно распределено; в ее западной части оно доходит до 14—16 дюймов (355—406 мм). Мы не призваны решать здесь ,,вопроса прерий'', т. е. решать, отчего восточный край этой обширной области, за исключением речных берегов, безлесен, хотя годовое количество дождя доходит до 28—32 дюймов (610—813 мм), а летнее до 8—10 дюймов (200—250 мм), т. е. условия здесь такие же, как в верхней части Мичигана или на канадском берегу Верхнего озера; не место здесь решать, отчего прерии имеются и в лесной области в виде глубоких полуостровов или островов; — далее, отчего в тех местах, где прекращаются (степные и лесные) пожары, поверхность настоящей прерии превращается в лес и отчего вообще деревья, которые пересаживают или выводят здесь из семян, при некоторой доставке питательных веществ растут успешно во всей пограничной области.

«Ввиду этого, а также ввиду хорошо известного обычая индейцев сожигать осенью сухую растительность равнин и прерий, мы считаем в высшей степени вероятным, что граница между нашими лесами и равнинами проведена не природою; что между почвою, которая получает достаточно дождя для возращения леса, и такою, которая получает дождя слишком мало, должна существовать спорная область, где сравнительно незначительные причины решают в пользу того или другого характера растительности, где различия в почве и положении должны быть решающими. На этой пограничной области в течение столетий наши кочевые предшественники производили

* Die Vegetation des Rocky-Mountain-Gebietes und ein Vergleich desselben mit der anderer Welttheile. Engler's Botanische Jahrbücher, 1882, S. 280.

пожары, чтобы способствовать росту буйволовых злаков, и пожары могли иметь очень значительное действие, отодвигая прерии на восток далее, чем они отодвинулись бы сами».

Из этого рассуждения нельзя заключить, чем именно определяется граница прерий, — пожарами ли, истребляющими леса, или же «почва и положение» имеют здесь решающее значение. Авторы, повидимому, главную роль приписывают пожарам и о почве упоминают только вскользь.

В противоположность этому, знаменитый американский геолог Уитней в работе, специально посвященной вопросу о распределении лесов и прерий,* обратил главное внимание. соответственно своей специальности, на почву и указал факт, чрезвычайно важный с нашей точки зрения.

По словам Уитнея, прерии находятся повсюду там, где почва состоит из чрезвычайно тонкоизмельченных частиц, а леса распространены на почвах, грубее измельченных. Этим, по его мнению, вполне объясняется запутанное и перемежающееся распределение лесов и прерий и резкие границы между ними; на основании этого легко объясняется тот факт, что иногда леса расположены внутри прерий, иногда наоборот — прерии среди лесов. В прериях, по наблюдениям Уитнея, леса располагаются (как и у нас в черноземной полосе) преимущественно на склонах и высоких местах, где вода имеет возможность вымывать из почвы более мелкие частицы, оставляя грубые.

По словам Уитнея, его наблюдения над распределением лесов и прерий продолжались не менее 20 лет и едва ли найдется кто-либо другой, столь же знакомый с этим предметом. К этому можно прибавить, что в вопросах о различиях между почвами, в особенности, когда речь идет о таком простом признаке, как крупность почвенных частиц, компетентность Уитнея едва ли может возбудить сомнение. Поэтому можно не понять причин, почему тонкость измельчения почвенных частиц сопровождается растительностью прерий, а на почвах

* Whitney. Plain, Prairie and Forest. American Naturalist, 1876.

более грубых располагаются леса, но самый факт такого соответствия между почвами и растительными формациями едва ли может подлежать сомнению.

Что касается причин климатических, то Уитней весьма убедительно доказывает, что ими нельзя объяснить распределение лесов и прерий. Напр., в Висконсине от Верхнего озера до 45 параллели расположены лиственные леса; южнее их — превосходные хвойные леса, а еще далее к югу леса перемежаются с прериями. Дождевые карты Смитсонианского института показывают большее количество дождей как раз для прерий. Вообще распределение лесов и прерий не находится ни в какой связи с изотермами и изохименами. Индиана покрыта почти вся лесами, тогда как в Иллинойсе большая часть почвы занята прериями и только $^1/_4$ или $^1/_3$ ее находится под лесом, в обоих случаях без всякой связи с температурою и количеством дождей или распределением их по временам года. Подобных примеров можно было бы привести множество, но, как говорит Уитней, достаточно и этих для доказательства того, что объяснять распределение лесов и прерий следует не климатическими условиями, а какими-либо иными причинами.

Относительно того мнения, что прерии распространяются на счет лесов вследствие пожаров, истребляющих леса, Уитней говорит, что оно в сущности не заслуживает серьезного рассмотрения вследствие больших противоречий его с фактами. По замечанию Уитнея, теория эта не объясняет, почему вообще в лесистых штатах леса не истребляются пожарами; кроме того, наблюдая много раз обширные пожарища после выгорания леса в Новой Англии, на Верхнем озере и в Скалистых горах, он никогда не видел, чтобы на таких местах появлялись прерии; далее, теория пожаров не объясняет, почему действие их ограничивается только равнинами и почему на горных склонах остаются леса; ею не объясняется, почему остаются и существуют обширные рощи, со всех сторон окруженные прериями; наконец непонятно, почему действие пожаров в такой поразительной точности сообразуется с различными свойствами почв.

Таковы замечания и заключения Уитнея, они тем более замечательны, что в точности совпадают с тем, что наблюдается в европейско-азиатской степной области. .

Ботанических исследований над тем, какая растительность появляется в Сев. Америке на месте выгоревших лесов, повидимому почти нет; я, по крайней мере, не мог найти по этому предмету ничего, кроме исследований Бренделя, производившихся в Иллинойсе. На основании своих наблюдений Брендель утверждает, что выгоревшие площади лесов никогда не превращаются в прерии, но зарастают обыкновенно кустарниками, преимущественно из рода Rubus.*

Следовательно, в распределении лесов и степей между европейско-азиатскою степною областью и североамериканскою существует полнейшее сходство в том отношении, что здесь и там травяные степи расположены на почвах одного рода, а леса — на почвах другого рода.

Область южноамериканских пампасов в ботаническом и почвенном отношении исследована гораздо менее степных областей в Европе и Северной Америке. Все известное о пампасах ограничивается почти теми только сведениями, которые сведены Гризебахом в его сочинении.** Имеются только немногие позднейшие дополнения к этому. Но по отношению к этой области мы находимся по занимающему нас вопросу в более благоприятном положении, так как, сколько мне известно, до сих пор никто не решался объяснять отсутствие лесов в пампасах климатическими условиями. Все исследователи единогласно указывают, что в пампасах нет лесов, вопреки благоприятным для них климатическим условиям.

С этим согласен даже Гризебах, такой непоколебимый защитник климатических влияний всюду, где есть хотя малейший повод к этому. У него говорится, между прочим, о разных местностях в пампасах:

* Flora Paeoriana. Buda-Pest, 1878.

** Растительность земного шара, перевод А. Бекетова. Том второй, стр. 384 и дальнейшие.

«Возможность разведения деревьев даже там, где нет текучих вод, доказывает, что климат сам по себе не препятствует их произрастанию. . . В Уругвае везде возможна культура деревьев; в пампасах Буэнос-Айреса много разводят персиковых деревьев, не для плодов, а для леса; даже сухая местность Мендозы с начала нынешнего столетия так изменилась посадкою итальянских тополей, что представляется издали большим лесом (стр. 387).

«Здесь (на всем пространстве луговых равнин пампасов) почва совершенно свободна от валунов, которые, происходя из Анд, прикрыты тем более толстым пластом аллювия, чем дальше отстоят от гор. В этих равнинах не отыщется ни одного камня величиною с лесной орех вплоть до самой Параны. В Уругвае хотя и есть гранитные холмы, но и они представляют травяную степь, потому что „гранит покрыт тем же глиносланцем, который производит травы пампасов. Следовательно, эта растительность определена и почвою“ (стр. 390). С другой стороны, кустарники покрывают каменистую почву всюду от Рио-Негро до Магелланова пролива» (стр. 391).

Исследования Лоренца * и Христизона,** обнародованные после издания книги Гризебаха, еще более подтверждают то положение, что травянистая растительность пампасов определяется не климатом. Так, Христизон, описывая травянистую растительность пампасов Уругвая, говорит, что «замечательнейшая особенность Campos (травянистых степей) — абсолютное отсутствие деревьев и кустарников» и что это нельзя объяснить ни бедностью почвы, ни сильными ветрами, которые не допускали бы роста деревьев, ни отсутствием влажности, потому что Campos имеют богатую аллювиальную почву, не страдают ни от сильных ветров, ни от недостатка воды.

* См., напр., P. Lorentz. Vegetationsverhältnisse der Argentinischen Respublik. Buenos-Aires. 1876. (Just's Jahresbericht, 1878, II. Abth., S. 1088). Patagonische Formation — на аллювиальной почве травянистая растительность, а на сухих каменистых холмах — кустарники.

** Christison. (Just's Jahresbericht, II. Abth., S. 10[illegible]).

Это явление кажется автору совершенно необъяснимым и тем более загадочным, что посаженные деревья развиваются в Campos очень хорошо, — подобно тому, прибавим мы, как в равнинах североамериканских прерий или европейско-азиатских степей.

Почва пампасов и североамериканских прерий — лёсс и подобные ему образования. Это разъяснено с полною убедительностью Рихтгофеном в первом томе его знаменитого сочинения о Китае и в настоящее время считается бесспорным, так что вошло даже в учебники геологии. Мы довольствуемся здесь ссылкою на один из них:* «Лёсс точно так же покрывает равнины Лаплаты или Пампасы, заключая в себе многочисленные остатки зубов и костей лошадей, тапиров, мастодонтов и исполинских обезьян. Наконец, он обилен в долине Миссисипи, где он богаче, чем в других местах, пресноводными раковинами».

Из этого мы видим, что в европейско-азиатских степях, в прериях и пампасах травянистая растительность занимает одинаковые (по крайней мере по физическим свойствам) почвы, тогда как леса находятся на почвах грубее измельченных.

Уже одно только совпадение этих фактов, наблюдаемых в местностях, столь отдаленных одна от другой, невольно заставляет признать связь между почвами и определенными растительными формациями не случайным явлением; эта связь должна быть причиною, — и действительно, в следующей главе я постараюсь показать, что существуют ясные и — как я думаю — бесспорные причины такой связи между почвою и определенною растительностью.

II

Замечательный факт, указанный в первый раз Уитнеем, т. е. связь лесных и степных растительных формаций с почвами определенного характера, не обратил на себя должного вни-

* A. de Laparent. Traité de Geologie, deuxieme edition, p. 1244.

мания. Объяснить это можно отчасти тем обстоятельством, что названный ученый не указал причин, почему на разных почвах поселяются разные растительные формации, но ограничился только констатированием самого факта. В настоящей главе я постараюсь пополнить этот пробел, так как, по моему мнению, причины указанного совпадения вполне ясны и действие их не может подлежать сомнению.

Прежде чем перейти к выполнению этого, необходимо сказать несколько слов о том, каким образом вообще может влиять почва на топографическое размещение растений; имеют ли при этом влияние ее химические или физические свойства.

И в этом вопросе я начну ссылкою на весьма точное и, как я думаю, совершенно верное замечание проф. Ашерсона.* «Нельзя отрицать, — говорит он, — что доводы в пользу преобладания физического влияния почвы несомненно сильнее. За это говорит, между прочим, то обстоятельство, что только в немногих почвах нет всех необходимых для различных растений питательных веществ, хотя они отчасти находятся только в весьма малых количествах, и, кроме того, *климат и почва могут в известной степени компенсироваться*».

Последняя, отмеченная мною фраза заслуживает особенного внимания. В самом деле, температура двух почв при совершенно одинаковых прочих условиях может быть различна не только в зависимости от положения, но и от состава почвы.** Поэтому почвы северные могут иметь в среднем более высокую температуру, чем почвы южные.

Несравненно сильнейшее влияние оказывает почва на снабжение растений необходимою для них водою. До сих пор обыкновенно при ботанико-географических и других исследованиях, когда желают определить, в какой мере растения

---

* Цитиров. сочинение, стр. 726.

** См. по этому предмету обширные и обстоятельные исследования Вольни, в его «Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik»; различные томы.

различных стран обеспечены водою, довольствуются обыкновенно метеорологическими данными о количестве дождевой воды и числе дождей; на почву же при этом не обращают никакого внимания. Несомненно однако, что для очень многих случаев такое суждение грубо ошибочно; оно может быть приблизительно верным только для стран с одинаковыми по физическим свойствам почвами.

Растения могут пользоваться только тою водою, которая поглощается почвою и достигает растительных корней, а для очень многих случаев количество этой полезной для растений воды совсем не то же самое, что количество дождевой (и снеговой) воды. Количество воды, поглощаемой почвою, зависит: а) от количества выпадающей на почву метеорной воды и от силы и продолжительности отдельных дождей и б) от скорости поглощения почвою дождевой воды. Кроме того, количество воды, полезной для растений, определяется еще тем, до какой глубины просачивается в почву дождевая вода и с какою скоростью вода испаряется из самой почвы — помимо испарения ее растениями. При внимательном рассмотрении всех этих обстоятельств мы неизбежно приходим к тому заключению, что снабжение растений полезною для них водою для очень многих случаев зависит в несравненно большей степени от свойств почвы, чем от климата.

Чтобы получить об этом более ясные и определенные представления, рассмотрим значение каждого из указанных обстоятельств в отдельности.

а) Количество воды, просачивающейся в почву и стекающей с ее поверхности, определяется главным образом проницаемостью почвы для воды. Свойство это у разных почв чрезвычайно различно; по наиболее точным исследованиям по этому предмету, принадлежащим Зильгейму,* чрез слой глины, содержащей на 1 объем твердого вещества 1.67 объема воды [такая смесь содержит около 60% твердых веществ и около

* Zeitschrift für analytische Chemie, Band XIX, S. 387.

40% (по весу) воды], просачивается воды в единицу времени в 2600 раз меньше, чем в то же время через такой же толщины слой песка, зерна которого имеют 0.1 мм в поперечнике. Если глина содержит меньшее количество воды, то частицы ее более сближены между собою, и тогда она пропускает воду в еще меньшем количестве, если находится при этом в таких условиях, что не может разбухать от поглощения больших количеств воды; так, напр., если глина в 4 объемах твердого вещества содержит 1 объем воды (т. е. по весу около 90% твердого вещества и около 10% воды), то для воды она почти непроницаема.

Если сравнить между собою разные сорта песка, то сквозь равные по толщине слои их просачиваются количества воды, пропорциональные квадратам поперечников их зерен. Песок, состоящий из мелких зерен, имеющих в среднем поперечники в 0.01 мм, пропускает в равное время в сто раз меньше воды, чем такой же слой песка с зернами в 0.1 мм в поперечнике. Смесь крупного и очень мелкого песка пропускает воду столь же медленно, как один мелкий песок.

Смесь глины с песком, если только глина содержится в ней в таком количестве, что заполняет все промежутки между зернами песка (для этого нужно, чтобы в смеси было не менее 30% глины), гораздо менее проницаема для воды, чем чистая глина.

Углекислая известь, смотря по степени измельчения, приближается в рассматриваемом отношении то к глине, то к песку. Органические вещества, если они аморфны, как вообще в степных почвах, по проницаемости для воды близки к глине.

На основании всего этого, если в одной и той же местности выпадает дождь на различные почвы и если дождь таков, что вся вода его только что успевает поглощаться песчаною почвою, то почва, содержащая много глины, успеет поглотить количество воды в несколько сот раз меньше; остальная вода будет стекать поверхностно по наклонам почвы в овраги, ручьи

и пр., а следовательно, обеспечение растений водою в обоих случаях будет чрезвычайно различно.

б) Влагоемкость почвы, т. е. ее способность задерживать большее или меньшее количество воды между своими частицами, изменяется в меньших размерах, чем проницаемость почв для воды, но все же изменчивость этого свойства довольно значительна: песчаные почвы при большой крупности зерен песка задерживают воды не более 10% их веса, а иногда и меньше. Почвы, наиболее влагоемкие, могут задерживать до 100% их веса воды, т. е. поглощают вес воды, равный весу своих твердых частиц.

При оценке значения влагоемкости почв обыкновенно обращают внимание только на то обстоятельство, что величина влагоемкости определяет количество полезной для растений воды, которое может быть удержано между твердыми частицами почвы; но не менее важна и другая особенность этого свойства: от величины влагоемкости зависит глубина проникновения воды в почву. В самом деле, если дождь определенного размера приносит такое количество воды, которое может насытить определенный слой песчаной почвы, имеющей влагоемкость, равную 20%, то очевидно, что в другой почве с влагоемкостью, равною 50%, вода того же дождя просочится только до глубины в 2½ раза меньшей.

в) Что касается испарения воды, то относительная величина его для разных почв не может быть выражена такими же определенными цифрами, как величина двух упомянутых выше свойств почв. Но при суждении о значении этого процесса для жизни растений можно довольствоваться следующими соображениями. В почвах, содержащих большое количество тонкоизмельченных частиц, вода, находящаяся в них, может передвигаться капиллярно из одного слоя в другой безостановочно и на значительные расстояния; в почвах с частицами грубоизмельченными капиллярное передвижение воды возможно только на очень малые расстояния. Поэтому в сухое время года почвы с мелкими частицами могут высыхать до зна-

чительной глубины, потому что вместо воды, испаряющейся из верхнего слоя, в него притекает в силу капиллярности вода из нижних слоев, которые вследствие этого тоже высыхают. В почвах с крупными частицами после высыхания верхнего слоя приток воды в него снизу не происходит и *поверхность испарения воды* лежит тогда ниже поверхности почвы; непосредственное влияние солнца и ветра на испарение воды этим устраняется, и почва высыхает медленно; такие почвы долгое время остаются влажными уже на незначительной глубине. При исследованиях сыпучих песков, которые считаются почвами сухими по преимуществу, наблюдателей обыкновенно поражает неожиданная влажность песка на незначительной глубине. В этом отношении можно сослаться на исследования профессора А. Кернера в области сыпучих песков Баната.*

Проф. Кернеру показалось весьма удивительным явление, что даже на самых пустынных и голых местах, где при ходьбе нога погружается до щиколотки в рыхлый, сухой и горячий песок, уже на незначительной глубине ощущается влажность и содержится такое большое количество воды, что песок при сжимании в руке не распадается, но остается в связи в виде комка; даже среди лета такой влажный песок находится не глубже 6—7 дюймов.

Такие же результаты получены мною при исследовании сыпучих песков в северной части Таврической губ. близ Алешек по Днепру.** После продолжительной засухи, во время моих наблюдений, пески оказывались везде влажными на очень незначительной глубине — 2—4 дюймов, тогда как рядом лежащий чернозем во всех исследованных мною местах оказался высохшим до значительной глубины.

Этих кратких замечаний относительно того, какое значение имеет крупность почвенных частиц в процессах снабжения

---

* Prof. A. Kerner. Die Aufforstung des ungarischen Tieflandes. Oesterreich. Monatschrift für Forstwesen. 1865.

** Алешковские пески. Ежегодник Лесного института, том II, 1888.

растений водою, достаточно для наших целей; сведения, сообщаемые мною, так элементарны и общеизвестны, что не потребуют подробных разъяснений. Но, несмотря на их общеизвестность, они не прилагались, однако, до сих пор никем при геоботанических исследованиях; между тем ими вполне разъясняется в высокой степени замечательное совпадение между различными почвами и растительными формациями в указанных выше странах.*

Почвы европейско-азиатских степей и североамериканских прерий по физическим свойствам сходны между собою, как это можно видеть по результатам их анализов; напр.

Содержат:	Чернозем **			Почва северо-американских прерий ***	
	1	2	3	1	2
Частиц мельче 0.01 мм .	47.00	24.20	32.00	44.33	37.39
» от 0.01 до 0.05 .	45.00	50.25	50.65	41.48	43.58
» » 0.05 » 0.25 .	7.50	20.25	16.80	3.55	2.48
» крупнее 0.25 .	0.50	1.25	0.50	0.10	0.62

Подобный же состав имеют, без сомнения, и степные почвы пампасов, потому что лёсс, по всем имеющимся до настоящего времени исследованиям, по крупности своих частиц однороден во всех странах, где только он находится.

К этому нужно заметить, что в почвах этих содержится значительное количество глины (а иногда и органических

* В моей книге «Почвы черноземной области России» значение этих свойств почв было вкратце указано.

** Анализы Ризположенскаго и Гордягина. Приложение к протоколам заседаний Общ. естествоиспытат. при Казанском унив., № 107. Такое же содержание мелких частиц (от 0 до 0.05 мм) дают и другие анализы чернозема.

*** Анализы Осборна. Annual Report of the Counecticut Agric. Experiment-Station for 1887. В этих анализах недостаток до 100 составляет потерю при прокаливании.

веществ), заполняющей и без того мелкие промежутки между зернами песка и сильно цементирующей их. Мелкость частиц песка, значительное содержание глины, а иногда и органических веществ (всегда аморфных в этих почвах) обусловливает чрезвычайно малую проницаемость этих почв для воды. Дождевая вода в такие почвы в течение всего лета проникает в очень малых количествах, большая же часть ее стекает поверхностно. Наблюдения относительно этого имеются для всех стран, о которых идет речь в настоящей работе. Для избежания недоразумений необходимо принять во внимание, что для занимающего нас вопроса имеют значение наблюдения только над почвами необработанными, находящимися в их первобытном естественном состоянии. Распахивание сильно изменяет свойства этих почв, и на них появляется тогда иная растительность; подобные же изменения производит, хотя и не в столь сильной степени, пасущийся на таких почвах скот, если он вытаптывает их в то время, когда поверхностный слой их бывает сильно влажен. Поэтому только не тронутые человеком степные местности могут дать при наблюдениях над ними верное понятие об условиях существования присущей им дикой растительности.

Относительно пампасов есть сведения, что «когда нет дождя, поверхность почвы до того высыхает, что превращается в непроницаемую массу, а дождевая вода гроз стекает по наклонной поверхности пампасов, не проникая в глубь к корням».*

О непроницаемости почвы североамериканских прерий имеются многие указания, которые мы не будем приводить здесь, ограничиваясь недавно появившимися обстоятельными разъяснениями Гильтона.**

---

* Наблюдение Мусси (Moussy) цитировано Гризебахом. Русский перевод. Том II, стр. 386.

** H. R. Hilton. Report of the Kansas State Board of Agricultur. 1888.

Этот автор указывает, что восточная часть равнины между Скалистыми горами и 96—97-м меридианом считалась еще недавно негодною для земледельческой культуры не вследствие сухости климата, как думали раньше, а вследствие сухости и — от этого — бесплодия почвы. На самом деле годовое количество воды здесь достаточно для земледелия, но только дождевая вода не всасывается почвою, которая при высыхании на солнце делается такою непроницаемою, как будто бы она закрывается сверху твердым сплошным слоем. Вследствие притока поселенцев земли к востоку от Миссури в значительном количестве распахивались, и бывшая твердая корка, которая раньше препятствовала проникновению воды в почву, сама сделалась резервуаром влажности для растений. В 30-х годах западною границею возможного земледелия считали 97-й меридиан; лет пять тому назад такою границею стали считать 100-й меридиан; в настоящее время поселения проникли уже до 102-го меридиана.

Наши южнорусские степи точно так же еще не очень давно считались непригодными для земледелия; некоторые западноевропейские ученые даже до сих пор, пользуясь устарелыми источниками, считают плодороднейшие наши губернии неземледельческими. Так, напр., Гризебах,* руководствуясь мнением Блазиуса, полагает, что земледелие кончается у нас среди черноземной полосы, и, кроме того, думает, что разведение леса в южнорусских степях возможно только при искусственном орошении. То и другое не верно: земледелие с таким же успехом ведется на крайнем юге России, как и в центральной ее части, а разведение лесов оказалось делом сравнительно легким даже в наиболее сухих местностях южной России.

Прежние мнения относительно южной России основаны были на неправильно истолкованных наблюдениях над жизнью дикой степной растительности нераспаханных степей.

---

* Растительность земного шара, перев. Бекетова. Том I, стр. 363—364.

Наблюдения, производившиеся мною в разные годы и во многих местах, где еще сохранились степи, показали, что почва нетронутых степей почти не проницаема для летних дождей: после каждого сильного дождя все степные овраги превращаются на короткое время в бурные речки, как во время весеннего разлива, потому что дождевая вода стекает всюду по наклонам степей, почти не проникая в почву. В этом отношении между распаханными местами и местами нетронутыми замечается поразительная разница: на пашнях вся дождевая вода поглощается и овраги остаются сухими. Исследования степной почвы тотчас после дождей показывают, что вода проникает только в поверхностный слой ее до самой незначительной глубины.

Значительная влагоемкость степных почв составляет вторую причину, по которой вода летних дождей не может проникать в них глубоко. В самом деле, представим себе, что выпадает обильный дождь, напр. в 50 мм сразу, и предположим далее, что вся вода этого дождя поглощается степною почвою. Слой почвы одинаковой толщины со слоем воды весит приблизительно в $1^1/_2$ раза более воды (при одинаковой площади); принимая, что 100 г почвы могут задержать 50 г воды (что для степных почв очень мало), мы найдем, что дождь в 50 мм будет задержан в слое почвы не более 70—80 мм толщиною. На самом деле вода такого дождя никогда не пройдет и до этой глубины, потому что в почву просочится только незначительная часть ее, а остальное стечет поверхностно. Солнце и ветер быстро высушивают такую промоченную только с поверхности почву, и в конце концов все будет в таком положении, как будто бы дождя не было или дождь был только самый незначительный.

Для нашего примера мы взяли редкий случай, потому что дожди в 50 мм бывают в черноземной полосе не ежегодно, а однажды в 5—6 лет;* средняя же величина дождей в черно-

* Воейков. Климаты земного шара, стр. 510 и след.

земной полосе незначительна, как видно, напр., из таблиц, помещенных выше; поэтому в летнее время намокание степной почвы (необработанной) бывает только поверхностное и летние дожди, вследствие указанных свойств почвы, приносят растениям весьма малую пользу.

Однако чернозем, лёсс и подобные им почвы могут промокать и до глубины, сравнительно большой, когда вода притекает в них долгое время при отсутствии высыхания почвы с поверхности. В таких случаях сперва размокает верхний слой и, разбухая от поглощения воды, делается в этом состоянии более проницаемым; вслед за ним происходит постепенное увлажнение более и более глубоких слоев. Такое размокание почвы совершается у нас осенью и весною, и в это время наши степные почвы делаются сильно влажными. Глубина промокания и при этих благоприятных условиях не особенно велика: по исследованиям, сообщенным проф. Клоссовским на VIII съезде русских естествоиспытателей, почвы в юго-западной России (черноземные) вообще не пропускают воду метеорных осадков глубже 1 м; но и до этой глубины просачивание воды доходит только в исключительных случаях.

Подобное же глубокое промокание почвы происходит в прериях и пампасах в зимнее дождливое время года.* При наступлении теплого времени года во всех рассматриваемых странах верхний слой почвы высыхает и при кратковременной продолжительности дождей остается непроницаемым для воды, приносимой ими. Воды приносится дождями достаточно, и однако же вода эта остается недоступною для растений.

Точные исследования над влажностию полевых, луговых и лесных почв показывают, что для полного удовлетворения потребности растений в воде обыкновенно бывает недоста-

* В Североамериканских штатах, как известно, из всех времен года наиболее обильна осадками зима. В черноземной полосе у нас, — напротив, лето.

точно той воды, которая приносится в почву дождями в течение вегетационного периода. Это ясно видно из того, что почвы, занятые растениями, к осени обыкновенно значительно высыхают даже в западной Европе, климат которой нельзя считать сухим. Относительно этого я ограничусь ссылкой на два примера: один — для травянистого растения, другой — для деревьев.

По исследованиям Вильгельма,* почва, занятая люцерною, содержала воды в %:

	На глубине:		
	0.5 фута	1.5 фута	2.5 фута
2 апреля	27.0	21.4	10.0
5 мая	30.5	19.0	11.0
2 июня	18.4	18.2	14.5
8 июля	24.2	10.7	2.3
6 августа	24.3	10.4	3.0
16 октября	11.0	7.8	1.5

По новейшим исследованиям Эбермейера ** над влиянием леса на влажность занятой им почвы, найдено в почвах воды под разными насаждениями и в разные годы в среднем выводе из многих исследований в слое от поверхности до глубины 80 см.

В 1884—1885 г.	1	2	3
Зимою	18.61	17.91	21.00
Весною	18.32	15.78	19.15
Летом	15.96	15.72	19.34
В 1885—1886 г.			
Зимою	19.99	18.57	20.74
Весною	19.73	18.17	19.67
Летом	16.52	16.19	19.24

* Wiener Landw. Zeitung, 1874, S. 159.

** Wollny's Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik. Band. XII, S. 147 und ff. — В разных томах этого издания, а также и в отдельной книге Вольни «Ueber den Einfluss der Pflanzendecke und Beschattung auf die physikalischen Eigenschaften und die Fruchtbarkeit des Bodens» можно найти всю литературу о влиянии растений на влажность почвы.

Следовательно, даже в странах с достаточным количеством дождевой воды растения живут отчасти на счет той влаги, которая запасается в почве осенью и зимою. Несомненно, что степень участия зимней воды в питании растений определяется свойствами почвы. На почвах крупнозернистых, легко проницаемых для воды и обладающих малою влагоемкостью, участие зимней влаги в питании растений очень незначительно, потому что при малой влагоемкости этих почв они не могут задерживать больших количеств воды, а легкая проницаемость их дозволяет воде летних дождей просачиваться до значительной глубины. Поэтому растения пользуются на таких почвах большим количеством воды летних дождей и сравнительно малым запасом зимней воды.

На почвах с противоположными свойствами, при их значительной влагоемкости, зимней воды задерживается много, но затем вследствие высыхания и непроницаемости верхнего слоя их вода летних дождей не имеет доступа в их глубокие слои, и растения пользуются главным образом только запасом зимней воды.

Хотя в мелкозернистых почвах к весне находится большое количество воды, но влажный слой их, как мы видели выше, не может быть очень значительным по толщине, и потому на них жизнь растений обеспечивается влагою только на некоторое время. Поэтому, несмотря на то, что с наступлением лета количество водных осадков в некоторых странах даже увеличивается (как, напр., у нас в черноземной полосе), степные растения к этому времени уже заканчивают вегетационный период. Эта кратковременность растительной жизни, сосредоточивающейся почти в одном весеннем периоде, может быть объяснена только указанными выше свойствами почвы и совсем не объясняется климатическими условиями.

Итак, вследствие указанных физических свойств степных почв, степи могут исключительно заселяться растениями с кратковременным периодом вегетации; и в самом деле, в характеристиках степей (пампасов, прерий, нашего чернозема

и проч.) кратковременность растительной жизни отмечается всеми наблюдателями как самая яркая их особенность. Имея в виду общеизвестность этого факта, я не думаю, чтобы требовались многочисленные подтверждения его, и потому ограничусь только следующими ссылками на книгу Гризебаха.

«На голых промежутках луговых русских степей вырастают некоторые растения лишь весною, а затем вскоре опять распадаются пылью, оставляя почву обнаженною в продолжении 9 месяцев. Но и для остальных растений, образующих самый дерн степей, период вегетации продолжается не долее трех месяцев, приблизительно от средины апреля до средины июля.*

«Растительность продолжается в прериях только с мая до июля.**

«В Уругвае, как в прериях, большая часть растений цветет весною; летом дерн высыхает от солнечного жара».***

К сожалению, до настоящего времени растительность степей не исследована в деталях с той точки зрения, которая теперь указана мною, и потому моя мысль не может быть подтверждена частными примерами некоторых исключительных случаев, хотя такие случаи несомненно есть. Так, напр., во Внутренней киргизской орде, в области Рынь-песков,[7] травянистые растительные формации имеются на песчаных почвах. Это замечено мною во время экскурсии в указанную область, и растительность этих мест отмечена мною в то время без всякого отношения к предмету настоящей статьи. На песчаных несолончаковых землях главными, почти единственными травами оказались Elymus junceus Fisch. и Stipa capillata L., период вегетации которых на целый месяц более, чем у Stipa pennata L. и Festuca ovina L., преобладающих на черноземных степях. Подобные исключения из общего правила, подтверждающие ту мысль, что песчаные почвы допускают боль-

* Том I, стр. 408, русского перевода.

** и *** Том II, стр. 237 и 387 русского перевода.

шую продолжительность жизни растений, без сомнения найдутся и в других местах, и вообще я думаю, что исследование степной растительности на основании указанных мною принципов может разъяснить многие особенности ее в разных местах, тогда как, принимая в расчет только климат, на это не обращают обыкновенно никакого внимания.

Если на почвах, мало проницаемых для воды, может существовать, не погибая, только степная растительность с кратковременным периодом жизни, то леса не могут уже вырастать здесь сами собою и вытеснять травянистую растительность; для того чтобы это могло произойти, необходимы особенные условия, которые указаны будут ниже. При условиях же обыкновенных степные растения потребляют всю почвенную влагу уже к половине июня или началу июля, когда развитие деревьев только что войдет в полную силу. После того времени, когда степные травы уже засохнут, условия существования для деревьев сделаются тоже невозможными; если бы прошли дожди и почва промокла до незначительной глубины, то вода была бы поглощена корнями трав, распространенными в более мелких слоях почвы, а более глубокие корни деревьев ничего не получили бы. Поэтому совместное существование деревьев и трав в степи при обыкновенных условиях невозможно.

Совсем другое представляют почвы песчаные и вообще грубоизмельченные: они не задерживают воду в верхних слоях, и потому каждый летний дождь, достаточно обильный, снабжает почву водою до значительной глубины, и поэтому на таких почвах растения получают воду равномерно в течение всего периода вегетации. На подобных почвах легко может вырасти лес даже и в тех случаях, когда они уже заняты травянистою растительностью. Дождевая вода летом смачивает такие почвы не только сверху, но просачивается и в более глубокие слои, доступные корням только деревьев. Поэтому травянистая растительность здесь не может препятствовать произрастанию леса, который, доходя до такого возраста,

когда почва вполне затеняется им, вытесняет травянистую растительность, погибающую от затенения. Поэтому песчаные почвы превращаются в лесные неизбежно и повсюду, где вообще возможно существование лесов и где на почву попадают семена деревьев.

Соображения эти превосходно подтверждаются практикою лесоразведения на разных почвах: на черноземе, в первые годы после посадки деревьев, между ними необходимо истреблять травы, иначе деревья погибнут, — как это показала долголетняя практика. Истребление трав и разрыхление верхнего слоя почвы, необходимое для увеличения проницаемости ее для воды, приносит пользу только до того времени, когда вершины деревьев сомкнутся и отенят почву: после этого лес уже не требует никакого ухода * и не может быть вытеснен степною растительностью. На песчаных землях при разведении леса почву не разрыхляют и травы не истребляют; трава на таких почвах даже благоприятна для деревьев в самой ранней их молодости, так как они получают от травы защиту от сильного влияния солнечных лучей, и, кроме того, почва при этом нагревается не столь сильно; между тем трава нисколько не препятствует деревцам получать необходимую для них воду.

Несмотря на то, что свойство степных почв неблагоприятно для лесов, существуют факты, несомненно доказывающие, что степи в некоторых местах вытесняются лесами. В первый раз явления, сюда относящиеся, были указаны и правильно истолкованы проф. Коржинским.** Факты не только не противоречат защищаемой мною теории, но составляют одно из существенных доказательств ее справедливости.

Защитники того мнения, что распределение лесов и степей определяется климатическими условиями, даже отрицали

* Конечно, за исключением рубок ухода.

** В его книге «Северная граница черноземно-степной области» и пр. Казань, 1888.

возможность вытеснения степей лесами, на основании того соображения, что в последнее время климат не мог сделаться более влажным, а потому и леса не могли получить более обширного распространения. Когда вытеснение степей лесами было неопровержимо доказано, то те же лица приняли это за доказательство такого изменения климата, какое в недавнее время ими же отрицалось как невозможное. На самом деле вытеснение степей лесами, точно так же как и искусственное разведение лесов в степях, может происходить без всякого изменения климатических условий. Достаточно рассмотреть внимательнее некоторые условия существования степных растений и лесов на границах между ними для убеждения в том, что вытеснение степей лесами есть процесс неизбежный, по крайней мере при тех естественных условиях, какие существуют в Европейской России. Здесь лёсс залегает в общем к югу от пределов бывшего ранее северного ледника и представляет результат отмучивания водою или выдувания ветром частиц более мелких из тех продуктов разрушения горных пород, какие приносились ледником к его южной границе. Тонкоизмельченные части уносились дальше, а грубые оставались на месте, и от этого на северной границе чернозема получилась полоса песчаных почв, замеченная впервые Чаславским.*[8] Песчаные почвы находятся, кроме того, и внутри черноземной области и представляют здесь или результаты деятельности современных рек, или образования более древние. Во всех таких местах лёсс и песок лежат рядом и, следовательно, степные растительные формации и леса непосредственно соприкасаются одни с другими.

При наблюдениях над такими случаями, когда леса находятся внутри степей или граничат с ними, не трудно заметить, что в течение весны, лета и осени, одним словом во все время, когда водяные осадки выпадают в виде дождей, на почву леса

---

* Ср. Гоби.[9] О влиянии Валдайской возвышенности на географ. распространение растений. С.-Петербург, 1876, стр. 130.

и степи выпадает одинаковое количество воды. Зимою, или вообще в то время, когда падает снег, в лесу и на степи скопления его бывают неодинаковы: на степных равнинах вообще удерживается слой снега такой толщины, какого роста трава, т. е. слой очень незначительный; только в овраги сносится много снега, но вода, получающаяся из него, стекает весною в реки, не попадая в степную почву. В лесах и в непосредственной близости к ним снегу бывает много, и вследствие этого весною почва здесь может промокать глубже и сильнее. Вследствие этого если бы лёссовые почвы примыкали к лесу, то неширокий пояс их был бы благоприятнее для леса, чем степная почва вообще; кроме того, поверхность почвы здесь покрывается падающею листвою, сучьями и т. п., одним словом лесною подстилкою. Этим рост степных трав в ближайшем соседстве с лесом затрудняется; лесная подстилка, кроме того, замедляет высыхание почвы и, главное, замедляет или устраняет поверхностное стекание летней дождевой воды. Все это взятое вместе благоприятствует распространению леса, который мало-помалу оттесняет степь без всякого изменения климатических условий.

Ход этого процесса весьма поучительно наблюдать в тех местах, где есть леса, непосредственно граничащие с нетронутой степью. Край леса никогда не кончается сразу, но всегда окружен неширокиим поясом кустов и небольших деревьев, обыкновенно корявых и очевидно растущих дурно, так как условия для них здесь все еще не вполне благоприятны.* Но это только первые пионеры леса в его борьбе со степью, и они собственно только подготовляют почву для своих потомков, которые будут расти уже при лучших условиях и не только будут развиваться сами, но дадут опору новым передовым отрядам леса, отвоевывающим дальнейшие пространства степи.[11]

* Существование кустарников вокруг лесов в степях указывается, между прочим, г. Литвиновым.[10] См. Труды С.-Петерб. общества естествоиспытателей, том XIV.

Лес, раз поселившийся на плотной, трудно проницаемой для воды почве, мало-помалу изменяет ее так, что она становится со временем более благоприятною для него и менее благоприятною для степной растительности. Такое изменение почвы обусловливается несколькими причинами: во-первых, как уже сказано, в лесу скопляется много снегу, и потому весною в лесную почву просачивается больше воды; во-вторых, летняя дождевая вода, при существовании в лесу подстилки, не может стекать поверхностно, но просачивается в почву; в-третьих, верхние слои лесной почвы, как это доказано исследованиями Эбермаейра,* влажнее соответствующих слоев почвы безлесной; поэтому верхние слои задерживают меньшее количество дождевой воды и большее количество ее пропускают в глубокие слои; в-четвертых, вода, просачивающаяся в лесную почву, проходит сперва через слой подстилки и растворяет здесь перегнойные кислые вещества; вследствие этого действие ее на почву иное, чем действие чистой воды: под влиянием кислых перегнойных веществ из верхних слоев лесной почвы выщелачиваются и уносятся в глубокие слои некоторые составные части, и притом большею частью такие, которые играют роль цемента, связывающего песчаные зерна почвы, и делают ее мало проницаемою для воды.** Вследствие этого почва под лесом мало-помалу изменяет свой первоначальный характер, становится менее связною и более проницаемою для воды. Все до сих пор производившиеся наблюдения *** указывают, что почву, бывшую под лесом, можно тотчас же отличить от почв, под лесами не бывших. Подтверждая этот факт своими наблюдениями, я, кроме того,

---

* l. c.

** Об этом см. мою работу — «О некоторых свойствах перегнойных веществ», в имеющем появиться томе «Трудов» С.-Петерб. общества естествоиспытателей.[12]

*** Докучаев. «Были ли на юге леса?». СПб., 1888. — Коржинский. Некоторые данные относительно северной границы черноземно-степной области. Казань, 1886.

могу указать, что причины этого изменения заключаются в указанных мною процессах, происходящих только в лесах, но не в степях.

Как ни кратки разъяснения, представленные мною в настоящей статье, я думаю, что они достаточны для того, чтобы установить следующие положения:

1) Степные растительные формации в прериях, пампасах и европейско-азиатских степях всегда находятся на почвах с тонкоизмельченными частицами, трудно проницаемых для воды и обладающих большою влагоемкостью. Леса поселяются первоначально на почвах противоположного характера.

2) Размещение тех и других формаций и границы между ними определяются не климатом.

3) Количество воды летних дождей, доставляемое растительным корням в степях рассматриваемых мною стран, определяется главным образом почвенными условиями. Метеорологические данные о количестве дождевой воды не дают никакого понятия о снабжении степных растений водою.

4) Вследствие почвенных условий степные растения указанных стран летом находятся в таких условиях, как если бы летние дожди были очень редки и малы.

5) Растения в степях рассматриваемых стран живут почти исключительно на счет запаса зимней воды и потому отличаются кратковременным периодом вегетации.

6) На почвах крупнозернистых растения могут пользоваться водою всех летних дождей, и потому на подобных почвах поселяются леса и вообще растения с долговременным периодом вегетации.

7) Степные формации могут вытесняться лесами, и даже неизбежно вытесняются ими, без всякого влияния каких-либо изменений климата.[13]

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ И СОСТАВЕ ПЕРЕГНОЯ



Печатается по тексту, опубликованному в журнале «Сельское хозяйство и лесоводство», октябрь, 1890



Черноземные почвы наши, так же как и вообще почвы, богатые органическими веществами (перегноем), содержат много азота. В моих предыдущих статьях было указано не однажды, что при среднем содержании перегноя (около 6—8—10%) чернозем содержит столько же азота, сколько мы находим его в навозе среднего достоинства; на такое обилие азота в черноземе указывали, кроме меня, и другие лица.

Вместе с тем много раз указывалось также на очевидную странность того факта, что урожаи на черноземе после навозного удобрения или после мотыльковых растений (клевера) значительно возрастают, и это действие навоза или клевера нельзя приписать ничему иному, кроме увеличения в почве количества усвояемых растениями азотистых соединений. Следовательно, азот чернозема находится в виде соединений, непригодных для питания растений, и нет сомнения, что одною из наших важнейших задач следует признать исследование и возможное разъяснение вопроса о том, какими путями и средствами можно перевести азотистые соединения перегноя в такие соединения, которыми могут пользоваться растения, т. е. в аммиак и азотную кислоту (потому что только эти два вещества служат источниками азота для растений). Полного разрешения этого вопроса можно ожидать только в будущем; в настоящее время у нас имеются немногие указания относительно этого, но я думаю, что и эти сведения будут небезинтересны для читателей, так как они дают хотя некоторые представления о судьбе азотистых соединений почвенного перегноя.

Приступая к изложению известных относительно указанного вопроса фактов и своих соображений по поводу их, я считаю нужным предпослать им некоторые соображения.

Случается, что мысли и знаменитых ученых (иногда без их вины) приносят вредные последствия. В этом отношении можно привести в пример хотя бы Либиха, заслуги которого в сельском хозяйстве велики и неоспоримы; но он, в заботах об устранении истощения почвы, пустил в оборот мысль, что мы должны как можно меньше истощать наши почвы, в интересах блага будущих поколений. Нет сомнения, что эта мысль в применении ко многим случаям представляет бесспорную несообразность и сам Либих — надо заметить — не считал возможным прилагать ее всегда и всюду. Тем не менее в среде хозяев она получила право гражданства, и ею руководствуются нередко в таких случаях, где она совсем не применима.

Под опасением возбудить много возражений я решаюсь даже высказать, что упомянутая мысль мне кажется несправедливою вообще, — т. е. для каких бы то ни было случаев, за исключением тех, когда истощение оказывается невыгодным *тотчас же* для нас самих. В самом деле — стремление не истощать почву не есть ли желание оставить в почве как можно больше мертвого капитала в надежде, что когда-нибудь кто-то воспользуется этим капиталом? Для чего это нужно? Не лучше ли этот мертвый капитал извлечь из почвы и пустить его в общий оборот? Несомненно, что при этом получится более средств не только для поддержания плодородия земли, но и для возвышения его до таких пределов, о которых мы теперь и не думаем. Боязнь истощать почву если и может быть признана законною, то разве в том случае, когда доходы, получаемые от этого истощения, мы непременно будем расходовать совсем непроизводительно. Если же вопрос рассмотреть с другой стороны, то не представляются ли странными заботы наши о потомках, которые будут обладать большими знаниями, а следовательно, и большими средствами для эксплоатации земли. Представим себе, что о нашем современном

сельскохозяйственном строе заботится наш предок — современник, напр., Алексея Михайловича, со своей точки зрения; насколько его представления могут быть сходны с существующею действительностью? Я думаю, что и наши заботы о потомках, — для них, с их будущей точки зрения, будут не менее странны. Потомки наши — ближайшие и отдаленные — несомненно больше будут благодарны нам, если мы постараемся достигнуть большего богатства сами и, следовательно, оставим им большее наследство в виде деятельного капитала, а не в виде почвенных веществ. С этой точки зрения нужно заботиться не о сбережении каких бы то ни было веществ в почве, а о возможно скорейшем и большем пользовании ими. В будущем, надо надеяться, узнают такие способы обогащения почвы, о которых мы теперь не имеем ни малейшего представления. Такие успехи, между прочим, у нас на глазах: всего несколько лет тому назад мы совсем не знали, откуда можно получить азот, если почвы повсюду истощатся этим веществом, а между тем оказалось, что неистощимые источники азота у нас под руками, и в настоящее время весь вопрос заключается в том только, какие средства в разных случаях выгоднее для доставления азотистой пищи растениям. В частности для нас в черноземной полосе вопрос сводится к решению того, выгоднее ли прибегать к сидеральному удобрению или же изыскать средства для пользования тем азотом, который уже имеется в почвенном перегное. При этом нет никаких оснований опасаться, что мы слишком сильно истощим наш чернозем азотом. В виде материала для решения сказанного вопроса я намерен дать в настоящей статье сведения о судьбе азотистых соединений перегноя, насколько судьба эта разъяснена в последнее время.

I

До недавнего времени вопрос о том, что делается в почве с азотистыми соединениями растительных остатков, представлялся весьма простым. Если умершее растение попадает

в почву, то оно приносит с собою, во-первых, безазотистые соединения, главным образом в виде клетчатки, и, во-вторых, соединения азотистые, — главным образом белковые. Вседневный опыт учит нас, что белковые соединения, оставленные на воздухе, в присутствии влажности чрезвычайно легко и быстро разлагаются. Стоит припомнить, как быстро портятся яйца, мясо, рыба и т. п., чтобы устранить всякие сомнения в этом. Растительная клетчатка, напротив, представляется при тех же условиях сравнительно стойкою, что мы видим, напр., хотя бы в тех условиях, когда древесина остается на открытом воздухе при условиях, благоприятных для разложения. Имея в виду эти факты, полагали, что как только растительные остатки попадут в землю, так тотчас же белковые вещества, находящиеся в них, подвергнутся окончательному разложению, давая, как конечный продукт, аммиак. Было время, когда думали, что белковые вещества и есть именно тот фермент, который способствует разложению безазотистых соединений. Согласно этому мнению, высказанному впервые в точно определенной форме Либихом, белковые вещества, разлагаясь, увлекают за собою и безазотистые вещества. Если бы такое мнение о быстроте разложения белковых соединений было верно, то почвенный перегной должен был бы представлять совокупность безазотистых соединений, потому что азотистые соединения растений разлагаются раньше образования перегноя из растительных остатков. Соответственно с этим Мульдер, исследования которого над перегноем до последнего времени считались единственно точными, полагал, что, действительно, составные части перегноя не содержат азота. Если при своих исследованиях он находил в каком-либо перегнойном веществе азот, то считал его принадлежащим аммиаку, прочно соединенному с перегнойным веществом. Такими же представлениями руководствовались и позднейшие исследователи перегноя: получая продукты, содержащие азот, они настойчиво употребляли всевозможные средства отделить этот азот, считая его случайной примесью, и только

тогда считали себя удовлетворенными, когда в самом деле получили, наконец, безазотистые соединения.

Если бы сказанные воззрения были справедливы, то нам не было бы надобности заботиться о каких-либо средствах для пользования азотом перегноя. В самом деле, если бы этот азот находился только в виде аммиака, то растения без затруднений могли бы пользоваться им. В действительности же оказывается не то: опыт показывает нам, что растения не могут пользоваться азотом перегноя, и одно уже это может служить хорошим ручательством за то, что в почвенном перегное содержится не аммиак, а какие-то другие, более сложные азотистые соединения, которые не могут служить пищею для растений, и, следовательно, прежние воззрения относительно быстроты разложения азотистых веществ, находящихся в растениях, не справедливы.

Кроме того, у нас есть огромный ряд фактов, с другой стороны указывающих на то, что азотистые соединения перегноя, вопреки прежним представлениям, разлагаются, повидимому, весьма медленно. Именно, если мы сравним состав перегноя с составом тех растений, из которых он произошел, то найдем, что в перегное содержится несравненно больше азота, чем в растениях. Напр.:

Растения:	Содержит % азота
Луговое сено	1.62
Клевер в цвету, высушенный	2.00
Ковыль в цвету	1.88
Ковыль после созревания семян	0.77
Перегной:	
Из почвы села Ключищ Нижегородск. губ.	4.42
» » » Пермеева » »	5.28
» » » Красного » »	4.50
» » » Масловка » »	6.65 и т. д.

Во всех, до настоящего времени исследованных случаях было то же самое.

Если же в перегное содержится азота втрое, вчетверо более, чем в растениях, из которых происходит перегной, то это может быть объяснено только таким образом. Представим себе, что при гниении растительных остатков азот в них остается весь, т. е. не происходит потери его, а теряются в виде газообразных продуктов только углерод, водород и кислород. Тогда вес гниющего вещества будет уменьшаться и первоначальное количество азота по отношению к меньшему весу даст большее процентное содержание. Поясним это на примере.

Положим, взято 100 г растительных остатков, в которых содержится 1.5 г азота. Если эти остатки будут находиться в условиях, благоприятных для гниения, то вес их будет становиться все меньше и меньше. Возьмем такое время, когда вес их уменьшился наполовину, т. е. сделался равным 50 г; 1.5 г азота по отношению к 50 г составят 3%, между тем как прежде содержание азота было равно 1.5% (1.5 г в 100 г).

Таким образом, факт накопления азота в перегное объясняется удовлетворительно, но вместе с тем все-таки остается непонятным, почему же белковые вещества растительных остатков, повидимому, не разлагаются. Так как это допустить было трудно, то явились предположения, что белковые вещества не остаются без изменений, но претерпевают особенное превращение такого рода, что из них образуются очень прочные азотистые соединения. Так, напр., Майер предполагал, что азотистые вещества перегноя находятся в таком же состоянии, как в бурых углях, хотя нужно заметить, что при этом возникает новый вопрос: какое же именно это состояние и можно ли хозяину воспользоваться как-нибудь азотом в этом состоянии? Относительно этого существует, впрочем, и другое предположение, высказанное Раманном. Ознакомившись с исследованиями об участии насекомых в измельчении перегноя и с тем фактом, что в перегное бывает иногда много остатков насекомых, Раманн полагал, что азот перегноя содержится именно в этих остатках. Так как внешние покровы

насекомых состоят из особого вещества, хитина, подобного рогу и трудно разлагающегося, то если бы везде в перегное было много хитина, прочность азотистых соединений перегноя этим разъяснялась бы удовлетворительно. Но есть случаи, когда в перегное нет остатков насекомых, а между тем азотистые соединения его все-таки не разлагаются.

При такой запутанности дела вопрос мог быть разъяснен только новыми исследованиями, которые и были произведены в моей лаборатории. При этом опыты не только разъяснили указанный вопрос удовлетворительно, как я думаю, но и дали некоторые указания, довольно важные в практическом отношении.

Опыты были организованы таким образом, что растительные вещества разного рода [степное сено (из типца) и древесные листья], смоченные водою, оставались на долгое время при комнатной температуре (около 20° Ц) под стеклянными колпаками, куда пропускался воздух, освобожденный от аммиака и азотной кислоты. Воздух, выходящий из-под колпаков, проходил сквозь серную кислоту, чтобы собрать аммиак, если бы произошло выделение его из гниющих веществ. (При опытах оказалось, однако, что ни в одном случае не было выделения аммиака).

Гниение указанных растительных остатков происходило со значительною быстротою, и так как некоторые опыты продолжались не менее года, то из взятого вещества оставалось в иных случаях не более половины первоначального количества в виде перегнивших темноцветных веществ.

В веществах, взятых для опытов, определялось общее содержание азота, аммиак и азотная кислота. Вот некоторые из полученных результатов.

1. *Степное сено*

Взято 100 г сухого вещества, содержавшего 1.270% азота.

Через 6 месяцев осталось 62.25 г сухого вещества, содержавшего 2.042% азота.

Следовательно, взятое для опыта сено содержало 1.2700 г азота.

В полученном продукте разложения найдено 1.2711 г азота.

Общее количество азота осталось неизменным (незначительная разница в этом и в следующих случаях объясняется неизбежными и незначительными погрешностями анализа).

2. *Дубовые листья из Бердянского лесничества*

Сухие листья содержали 1.42% азота. Аммиака и азотной кислоты в них не найдено. Для разложения взято 100 г сухих листьев.

По истечении 8 месяцев осталось всего 55.75 г сухого вещества. В нем найдено:

Всего азота	2.60%
При этом содержалось: аммиака	0.03
» » » азотн. кисл.	0.12

По прошествии 12 месяцев из 100 г таких же листьев осталось 47.9 г сухого вещества, в котором найдено:

Всего азота	2.98%
При этом содержалось: аммиака	0.03
азотн. кисл. не было	

Из этих цифр видно, что общее количество азота было:

В первоначально взятых листьях	1.4200 г
В продуктах разложения после 8 месяцев	1.4495 »
То же, после 12 месяцев	1.4274 »

Результаты этих опытов, так же как и многих других, которые здесь не описываются,* сходны между собою: они

* Подробное описание опытов изложено мною в статье, помещенной в «Трудах С.-Петербургского общества естествоиспытателей», том XX, стр. 123 и след.[1]

показывают, что при разложении растительных остатков азот не выделяется в виде каких-либо газов, но весь остается в продуктах разложения. Нужно заметить, что такие же точно результаты были получены в последнее время и другими исследователями; даже в тех случаях, когда разложение происходит без доступа воздуха, результат остается тот же самый, и вообще потеря азота из гниющих веществ происходит при особенных только условиях, которые будут указаны нами ниже.

Результаты описанных мною опытов интересны и в другом отношении: опыты с листьями, упомянутые выше, и все другие подобные этим показывают, что в продуктах гниения содержатся только ничтожные количества аммиака и азотной кислоты; сравнение 8- и 12-месячных продуктов разложения показывает, что количество аммиака с течением времени не увеличивается, хотя разложение растительных остатков происходит с большою скоростью и вес их значительно уменьшается.

Значит ли это, что белковые и другие азотистые соединения, находящиеся в растительных остатках, совсем не подвергаются разложению? Ум наш не может примириться с этим предположением, потому что белковые вещества действительно разлагаются очень легко, и потому нам приходится остановиться на таком предположении: белковые вещества не сразу дают аммиак, но сперва образуют ряд соединений более сложных, хотя и сходных в некоторых отношениях с аммиаком, которые вообще могут быть названы амидными соединениями. Может быть в гниющих растительных остатках содержится не аммиак и не белковые соединения, а вещества промежуточные между ними, т. е. соединения амидные. В последнее время найдены довольно простые способы определять количество этих соединений в растительных веществах, и потому сказанное предположение не трудно проверить опытами. Сделав надлежащие исследования, я получил такие результаты:

	Всего азота (%)	Содержалось: азота белковых тел (%)	азота простейших соединений (%)
В степном сене после разложения в течение 6 месяцев	2.042	1.893	0.149
После 8-месячного разложения . .	2.60	2.38	0.22
» 12- » » . .	2.98	2.73	0.25

Эти цифры показывают, что и простейших органических азотистых соединений в продуктах разложения почти не было и что белковые вещества растительных остатков в самом деле, повидимому, не подвергаются изменению, тогда как безазотистые соединения разлагаются в то же самое время весьма быстро. Результат этот с нашей общепринятой точки зрения является совершенно неожиданным и требует внимательного рассмотрения.

II

Следя постоянно за процессами гниения органических веществ и обсуждая их с должною осмотрительностью, мы без особенного труда и очень скоро найдем, что описанные в предыдущей главе результаты вполне понятны и не представляют ничего загадочного; мало того, — мы неизбежно приходим к заключению, что иначе и быть не может.

Кажущаяся странность описанных выше результатов происходит оттого, что мы до сих пор, по старой привычке, никак не можем отделаться от мысли, что процессы гниения суть процессы химические, тогда как на самом деле это суть процессы в значительной степени физиологические, тесно связанные с жизнью различных низших организмов. С другой стороны, мы нередко рассматриваем разлагающееся растительное вещество как нечто целое, однородное, тогда как на

самом деле в разлагающейся массе содержатся различные вещества, из которых каждое может претерпевать изменения особенные, независимые от изменений других веществ. При гниении сложного вещества или смеси веществ одни части смеси могут распадаться на простейшие соединения и в то же самое время из других частей смеси могут образоваться соединения более сложные, т. е. другими словами, — при гниении в разных составных частях гниющей массы могут происходить процессы, прямо противоположные один другому. Представим несколько убедительных примеров этому.

Если взять смесь из сахара, аммиачной соли и очень малого количества золы, растворить все в воде и посеять в раствор какую-нибудь плесень или дрожжи, то при этом в растворе будет происходить разложение сахара, но вместе с тем в клеточках плесени или дрожжей из аммиака будут образовываться белковые вещества. Если мы через некоторое время анализируем всю смесь (включая сюда и разросшиеся грибки), то мы в ней найдем меньшее против прежнего количество органических веществ, но вместо аммиака найдем белковые вещества. Такие опыты производились не однажды, и для примера мы приведем несколько случаев, указанных Шлезингом (Contribution a l'etude de la chimie agricole, p. 173).

1.	До посева грибков в смеси было . .	0.500 г	аммиачного азота.
	После разрастания грибков было .	0.504 г	азота в виде органических соединений.
2.	До посева грибков было	0.500 г	азота в виде азотнокислых солей.
	После разрастания грибков	0.496 г	азота в виде органических соединений.
3.	До посева грибков было	2.000 г	азота в виде азотнокислых солей.
	После разрастания грибков найдено	0.540 г	такого же азота.
		0.049 г	аммиачного азота.
		1.179 г	азота в виде органических веществ.

И так далее.

На основании этих и подобных им многих других опытов мы можем разъяснить себе процессы гниения растительных остатков следующим образом.

На гниющих веществах всегда разрастается поразительное множество разных низших организмов (грибов и бактерий), производящих разложение. Но эти организмы нуждаются для своего развития в питательных веществах, как безазотистых, так и азотистых. Азотистыми питательными веществами для них могут служить (как показали многочисленные опыты) и белковые вещества, и амидные соединения, и соли аммиака и азотной кислоты. Поэтому, если бы в гниющей массе произошло разложение белковых веществ, то получающиеся при этом продукты могут служить питательными веществами для грибов и бактерий и в их клетках превращаются опять в белковые вещества. Пока такой процесс происходит, мы, анализируя всю гниющую массу, со включением разросшихся в ней низших организмов, получаем результаты, показывающие, что количество белковых веществ не изменяется, т. е. как будто бы белковые вещества совсем не разлагаются. На самом деле после гниения мы находим в массе другие белковые вещества: прежде это были составные части растительных остатков, теперь это уже вновь образовавшиеся составные части грибков и бактерий.

К этому воззрению мы приходим не только умозаключением из данных анализа и сведений о жизни грибков, но и прямым наблюдением над гниющими веществами. Всем известны, напр., черные крупные зерна ржи, образующиеся при спорынье. Такое черное зерно не есть уже зерно ржи, но плотная ткань гриба, так называемый склеротий головни, в виде которого она зимует. Весною из таких склеротиев вырастают органы плодообразования (т. е. споровместилища) спорыньи. Нечто совсем подобное этому мы находим часто и в гниющих растительных остатках. Напр., при гниении дубовых листьев, упомянутых выше, в одной из стадий разложения из черешков листьев начали вырастать органы спорообразования особенных грибков, и исследование показало, что

черешки, сохраняя свою форму, внутри были выполнены плотною грибною тканью, склеротием грибка. Содержащиеся теперь в этих черешках белковые вещества были очевидно уже не те, какие были раньше, до гниения листьев.

Есть и еще чрезвычайно простое и убедительное доказательство в пользу того, что значительно разложившиеся растительные остатки, уже превращенные в перегной, содержат в большом количестве белковые вещества. При наблюдениях в природе и при искусственных условиях во время лабораторных опытов мы легко можем убедиться, что на перегное поселяется и размножается масса личинок насекомых и других животных, напр., дождевых червей, многоножек и т. д. Известны, напр., указания, что личинки кузьки (Anisoplia) питаются перегноем; им же несомненно питаются личинки весьма многих двукрылых и т. д. Между тем, на основании имеющихся химико-физиологических исследований над питанием личинок насекомых мы знаем, что из всех азотистых соединений они могут питаться только белковыми веществами; следовательно, перегной, на котором живут личинки, содержит белковые вещества.

Поселивши насекомых на перегнойных веществах, мы можем видеть, что они живут на перегное очень долго, — в виде длинного ряда поколений, следующих одно за другим. Рядом с ними тут же разрастаются во множестве и грибки. Очевидно, что в таких случаях мы имеем перед собою в микроскопическом виде взаимодействие животного и растительного мира. Личинки насекомых питаются белковыми веществами грибов и дают простейшие азотистые продукты распадения этих веществ; грибы питаются этими продуктами и из них вновь образуют белковые вещества для питания насекомых, и вследствие этого насекомые могут жить на перегное очень долгое время.

Все сказанные выше соображения, не допускающие, как я думаю, сомнений в справедливости защищаемых мною воззрений, расширяют и разъясняют в значительной степени наши понятия о перегное и происходящих в нем процессах. Перегной представляет собою не мертвую массу, но в каждой

точке дышит жизнью в разнообразных ее проявлениях; в нем происходят не только процессы разложения сложных органических соединений, но вместе с тем и процессы образования сложных соединений из простейших.

Вместе с тем мы должны внести некоторые поправки и в наши представления о роли низших организмов в почве; обыкновенно мы представляем их себе как деятелей разложения и считаем их образователями питательных веществ для наших культурных и других высших растений; сообщенные мною факты и соображения показывают, что низшие организмы сами могут потреблять простейшие азотистые соединения для образования из них сложных (белковых) веществ, т. е. в этих случаях они являются конкурентами высших растений и могут представлять существенную помеху для хорошего произрастания последних.[2] Некоторые опыты очень хорошо показывают это, как, напр., следующие, произведенные Дегереном: почва, в разных случаях смоченная различными количествами воды с прибавкою 0.02 г аммиака, 8 февраля оставлена под колоколом, а затем в ней определялось содержание азотной кислоты. При этом найдено азотной кислоты:

	4 марта	11 апреля
1	0.0705	0.0547
2	0.0960	0.0581
3	0.0662	0.0291
4	0.0323	0.0221

Во всех случаях найдено большее количество азотной кислоты 4 марта; начиная с этого времени до 11 апреля, количество азотной кислоты уменьшалось, вследствие разрастания плесневых грибков (как указывает Дегерен). Образовавшиеся азотнокислые соли служили для питания этих грибов, и в их клетках азотная кислота служила для образования белковых веществ. Если бы на такой почве мы посеяли растения в половине апреля, то растения наши нашли бы почву, уже до некоторой степени истощенную, содержащую мало

азотнокислых солей, и это истощение произведено разрастанием в почве низших организмов.

III

Сказанное выше относится к азотистым составным частям перегноя, но так как низшие организмы, разрастающиеся в почве, нуждаются для своего произрастания и в минеральных питательных веществах, то представляется весьма интересный вопрос, — не могут ли они уменьшать содержание в почве и минеральных питательных веществ?

В своей статье [3] о результатах исследования почв из имения А. Н. Энгельгардта я указал, что подзолистые почвы, содержащие достаточное количество фосфорных соединений, вместе с тем содержат мало фосфорной кислоты в таком состоянии, в котором она может служить питательным веществом для растений. Почвы эти, как оказалось, содержат значительную часть фосфора в виде органических соединений, которыми не могут пользоваться наши культурные растения. Я полагал, что питательною фосфорною кислотою нужно считать только ту, которая находится в почве в виде фосфорнокислых солей, которые (в почве) все растворимы в слабой соляной кислоте.

После того в этом же журнале помещено мною сообщение о работах Эггерца, который точно так же нашел, что во многих почвах фосфор находится преимущественно в виде органических соединений; кроме того, Эггерц [4] вполне убедительными опытами доказал, что питательными веществами для растений можно считать только соли, растворимые в слабой соляной кислоте. Наконец, он показал, что неплодородная почва, будучи отчасти прокалена, делается плодородною, потому что при прокаливании уничтожаются органические соединения и от них остаются только минеральные соли, которыми могут пользоваться культурные растения.

Из всего этого ясно, что азотистые соединения почвы и, например, соединения фосфора, или по крайней мере часть

этих соединений, претерпевают одинаковые превращения. В самом деле, из азотистых соединений перегноя могут при разложении их образоваться минеральные соли аммиака и азотной кислоты; под влиянием жизнедеятельности низших организмов аммиак и азотная кислота опять могут превратиться в сложные соединения, даже в белковые вещества. Точно так же и фосфор органических соединений перегноя при разложении последних дает фосфорную кислоту, но если бы эта кислота была поглощена низшими организмами для их питания, то фосфор в их клетках может вновь перейти в состав сложных органических соединений.

Соображение это представляет значительный интерес и потому требует разъяснения его опытным путем. Для опытов была избрана почва г. Энгельгардта № 9, анализ которой помещен в моей упомянутой выше статье. В этой почве найдено было при анализе 0.079% всей фосфорной кислоты.

Сперва эта почва в неизменном состоянии была промыта слабою (3%) соляною кислотою и после этого раствором аммиака. При этом получено:

В растворе 3% соляной кислоты	0.017%	фосфорной	кислоты
В аммиачном растворе	0.063	»	»
Всего	0.080	»	»

Следовательно, вся фосфорная кислота таким путем извлечена была из почвы.

Аммиачный раствор получается темный, содержащий большое количество органических веществ; если к нему прибавить соляной кислоты * до слабой кислой реакции, то значительная часть органических веществ оседает в виде бурых хлопьев. В таком осадке и в растворе, от него отделенном, определена фосфорная кислота, и при этом найдено:

* Для этого исследования отделена половина полученного аммиачного раствора.

В буром осадке органических веществ	0.037%	фосфорной	кислоты
Следовательно, осталось в растворе	0.026	»	»

Этот опыт очевидно показывает, что значительная часть фосфорной кислоты находилась действительно в органическом соединении.

После этого предварительного опыта отдельные порции этой почвы подвергнуты следующим операциям:

1. К почве прибавлено 2% едкой извести.
2. » » » незначительное количество аммиака, который весь был поглощен почвою.

Почва смочена водою до влажного состояния и оставлена на все лето под колоколом в атмосфере, насыщенной парами воды.

На ней разрослась масса плесени, нити которой пронизывали всю массу почвы во всевозможных направлениях. Особенно много плесени было в почве с прибавкою аммиака, и это я объясняю себе тем, что аммиак мог служить питательным веществом для плесневых грибков, следовательно почва для них была как бы удобрена. Месяцев через 5 почва исследована так же как выше, и при этом найдено:

1. В почве с известью:

Растворено слабою соляною кислотою . . .	0.009%	фосфорной	кислоты
» аммиаком	0.048	»	»
Из аммиачного раствора соляная кислота осадила вместе с органическим веществом .	0.043	»	»

Следовательно, в этом случае не вся фосфорная кислота была извлечена из почвы, т. е. часть ее находилась в таких соединениях, которые не растворяются ни слабою соляною кислотою, ни аммиаком. В особенности мало растворено соляною кислотою, т. е. в особенности мало осталось, фосфорной кислоты в виде минеральных солей. В еще более сильной степени обнаружилось это в той почве, к которой был прибавлен аммиак.

2. В ней найдено:

Растворимой в слабой соляной кислоте . . .	0.003%	фосфорной	кислоты
» в аммиаке	0.023	»	»
Из аммиачного раствора осаждено с органическим веществом	0.017	»	»

В этом случае растворено всего 0.026% фосфорной кислоты вместо 0.080%.

Такое уменьшение количества фосфорной кислоты, в особенности растворимой в соляной кислоте, можно приписать только тому, что фосфорная кислота поглощена была плесневыми грибками и переведена в сложные органические соединения. Это замечание подтверждается следующими опытами.

К почве прибавлено в одном случае 2% едкой извести и в другом случае такое же количество аммиака, как выше. Но обе почвы смочены водою, содержащею в растворе хлороформ. Кроме того, под колокол, где стояли эти почвы, поставлены: один сосуд с водою, а другой с хлороформом. В присутствии хлороформа низшие организмы не развиваются, и на указанных почвах действительно совсем не было и признаков плесени.

В почвах найдено:

1. С едкою известью:

Растворено слабою соляною кислотою . . .	0.025%	фосфорной	кислоты
» аммиаком	0.056	»	»

2. В почве с аммиаком:

Растворено слабою соляною кислотою . . .	0.020%	фосфорной	кислоты
» аммиаком	0.054	»	»

Следовательно, количество всей растворимой фосфорной кислоты не уменьшилось, а количество растворимой в соляной кислоте даже несколько увеличилось.

Кроме этого к той же почве прибавлены в одном случае избыток едкой извести (10%) и избыток аммиака, так что часть его не была поглощена и почва издавала запах аммиака. При этих условиях плесень на почвах не могла развиваться и ее действительно не было. В этих почвах найдено фосфорной кислоты растворимой в слабой соляной кислоте:

1. В почве с 10% извести 0.028%
2. » » » аммиаком (в избытке) . . . 0.021

Аммиаком эти почвы не были промыты до конца, и потому в аммиачном растворе найдено в 1-м случае 0.043%, а во 2-м — 0.045% фосфорной кислоты, т. е. кислота эта все-таки была извлечена почти вполне.

Для того чтобы показать, что аммиак и известь сами по себе не производят в почве никаких вредных изменений в состоянии фосфорной кислоты, был произведен такой опыт.

К почве прибавлено в одном случае 2% извести, в другом случае малое количество аммиака, как при первых опытах, но почвы оставлены под колоколом всего на несколько дней, в течение которых на них не успела развиться плесень. В этих почвах найдено:

1. В почве с известью:

Растворено в слабой соляной кислоте . . . 0.023% фосфорной кислоты
» » аммиаке . . . . 0.054 » »

2. В почве с аммиаком:

Растворено в слабой соляной кислоте . . . 0.024% фосфорной кислоты
» » аммиаке . . . . 0.056 » »

Т. е. состояние фосфорных соединений осталось неизменным, и даже несколько увеличилось содержание фосфорной кислоты, растворимой в слабой соляной кислоте.

Все эти опыты, как я надеюсь, ясно показывают, что не только аммиак и азотная кислота, но даже и фосфорная могут под влиянием низших организмов переходить в сложные органические соединения, т. е. низшие организмы могут иногда

уменьшать содержание в почве веществ, полезных для культурных растений.

Вместе с тем все сказанное мною до сих пор в настоящей статье показывает, что роль низших организмов в почве гораздо обширнее и важнее, чем обыкновенно думают.

IV

В первых главах настоящей статьи показано, что при гниении растительных остатков получается с течением времени перегной, все более и более богатый азотом. Надо думать, однако, что это увеличение содержания азота в перегное имеет и предел, и потому интересным является исследование вопроса о том, каков этот предел в среднем выводе и в отдельных случаях. Вместе с тѣм, столь же интересно разъяснение того, чем именно обусловливается этот крайний предел в обогащении перегноя азотом. Вопросы эти имеют и практическое значение. В самом деле, если мы представим себе перегной, в котором содержится наибольшее возможное количество азота, то при дальнейшем разложении этого перегноя не может получаться продуктов, еще более богатых азотом, т. е. это значит, что в таком перегное одновременно разлагаются и безазотистые и азотистые соединения; при этом из разложившихся азотистых соединений уже не будут вновь образовываться белковые вещества, и простейшие азотистые соединения в этом случае будут служить пищею только для высших растений, а не для грибов или бактерий.

Бывает ли в самом деле такой перегной, который — вследствие известного своего состава — дает азотистые продукты разложения, полезные только для высших растений?

По моему мнению, на этот вопрос можно отвечать утвердительно (да, бывает такой перегной), с большою вероятностью в пользу правильности такого ответа.

Различные соображения, которых я здесь вполне излагать не буду, привели меня к мысли, что содержание азота в пере-

гное, с одной стороны, и содержание азота в тканях грибов, с другой стороны, должны иметь между собою известное соотношение. Мысль эта, между прочим, оправдывается тем соображением, что перегной образуется под влиянием жизнедеятельности различных грибов.[5]

Чтобы проверить эту мысль, мне пришлось собрать все анализы грибов в доступных для меня источниках. Таким образом мною было собрано 47 определений азота в различных грибах, и среднее содержание азота в них оказалось равным 5.48%, с незначительными, в большинстве случаев, колебаниями около этой цифры.

Затем, таким же образом сопоставлено было возможно большее количество анализов перегноя из почв, где он разлагался в течение очень долгого времени. Почти такое же количество (51) анализов дало в среднем содержание азота в перегное — 5.26%.

Такое совпадение цифр, ввиду того факта, что перегной образуется под влиянием грибов, едва ли следует считать случайным. Соображения, изложенные ниже, в самом деле, с большою вероятностью показывают, что наибольшее возможное содержание азота в перегное есть то содержание этого вещества, какое мы находим в грибах.

Представим себе, что у нас начинает перегнивать сено, содержащее 1.5% азота или 9.38% белковых веществ. Далее, представим, что на этом сене поселились грибки, содержащие 6% азота, или 37.50% белковых веществ.

Если взять 400 г указанного сена, содержащих 37.5 г белковых веществ, то наибольшее количество грибов, какое может разрастись на сене, будет 100 г, содержащих тоже 37.5 г белковых веществ. Для большего количества грибов нет в данном материале азотистых соединений, но для этих 100 г грибов жизнь при указанных условиях возможна на долгое время. Грибы при своей жизнедеятельности постоянно расходуют безазотистые соединения (выдыхая угольную кислоту), и они вновь могут пополнять их запас, потому что разлагающееся

сено содержит большой избыток безазотистых веществ. Если бы в грибах происходило разложение белковых веществ, то простейшие продукты этого разложения могли бы служить питательными веществами для грибов и из них, при помощи избытка безазотистых соединений, грибы вновь образовали бы белковые вещества. В таком случае вся масса (грибы и сено) теряла бы только безазотистые вещества и процентное содержание азота в ней возрастало бы. Но очевидно, что такой процесс продолжался бы только до того времени, когда грибы израсходовали бы весь избыток безазотистых веществ. После этого им нечем было бы пополнять происходящий в них расход органического вещества и грибы мало-помалу начинали бы умирать. После них осталась бы масса, содержащая столько азота, сколько его было в грибах.

На этой массе могли бы, однако, поселиться новые грибы; но что же, спрашивается, будет происходить в этом случае? Представим себе, что на 100 г органической массы, содержащей 37.5 г белковых веществ, поселяются грибы. Здесь уже они не могут разрастись до количества, равного 100 г. Для этого, правда, достаточно было бы азотистых веществ, но тогда не было бы запаса безазотистых соединений, необходимых для пополнения расхода таких веществ в грибах, происходящего вследствие жизненной их деятельности.

Если бы при этом происходило разложение белковых веществ органической массы, то грибы не могли бы уже воспользоваться продуктами этого разложения: уже только для поддержания своей жизни они нуждаются в безазотистых соединениях, и в данном случае нет избытка этих соединений для новообразования белковых веществ. Азотистые продукты разложения белковых веществ в данном случае, и в подобных ему, не могли бы служить в пользу грибам. Ими могли бы воспользоваться только высшие растения, которые сами в себе приготовляют запас безазотистых соединений, с помощью которых они могут образовать белковые вещества из аммиака и азот-

ной кислоты; грибы могут пользоваться только готовыми органическими веществами, получая их из окружающей среды. Если бы на 100 г умершей грибной ткани развилось 50 г новых грибов и если бы они успели воспользоваться всеми органическими веществами умершей массы, то за этим дальнейшее существование их во всей их массе сделалось бы невозможным. Если представить себе, что в это время они умрут, то от них останется 50 г органического вещества, содержащего, как и прежде, 6% азота. Содержание азота в этой органической массе после второго поколения грибов было бы такое же, как и в массе, оставшейся после первого поколения. Половиною азота этой массы второе поколение не могло воспользоваться, и все это количество азота осталось на пользу исключительно высших растений.

Мне очень жаль будет, если читателям покажутся избранные мною примеры и рассуждения требующими некоторого усилия для ясного их понимания; я со своей стороны старался по возможности изложить сущность дела как можно проще, и если бы кто-либо из читателей попытался взять несколько иные примеры для разъяснения отношений между составом грибов и составом перегноя, то результаты были бы те же самые. Как бы ни рассуждали, но если рассуждения наши будут логически правильны, то мы придем к одному заключению: в перегное не может содержаться азота более того, сколько его содержится в живущих на перегное грибах. Когда состав перегноя дойдет до этой нормы, то при его разложении всегда образуется некоторое количество простейших азотистых соединений, которыми могут пользоваться только высшие растения. Если бы могли найти средство к усиленному разложению такого перегноя, то этим мы способствовали бы образованию азотистых питательных веществ для высших растений, причем не могло бы быть никаких опасений в том, что этими веществами воспользуются растения низшие.[6]

Представленные нами в этой главе соображения весьма хорошо объясняют некоторые факты, давно известные, но до

сих пор не разъясненные. Напр., известно, что при разложении грибов всегда выделяется свободный аммиак, даже в тех случаях, когда гриб только что начинает разлагаться и на вид еще вполне здоров. Вследствие этого прежде ошибочно считали выделение аммиака нормальным физиологическим процессом в жизни грибов. Между тем при разложении высших растений аммиак не выделяется. С моей точки зрения, такое различие происходит оттого, что низшие организмы, поселяющиеся на грибах и производящие их разложение, не могут воспользоваться выделяющимся аммиаком.[6] Аммиак не может и задержаться в гниющей массе, потому что безазотистые вещества, которыми он мог бы поглотиться, потребляются низшими организмами, поселяющимися на разлагающемся грибе.

Затем, на некоторых лугах появляются иногда пятна и кольцеобразные площадки, на которых пропадают растения и разрастаются в изобилии плесневые грибки. На таких местах, называемых в Англии ведьмиными кружками и кольцами, на следующий год растут роскошные растения (как показали наблюдения Лооза и Джильберта). Очевидно, что на таких местах в следующем году, когда остатки грибов подвергаются разложению, образуется много аммиака, полезного только для высших растений.

Эти примеры приводят нас к рассмотрению некоторых практических вопросов, имеющих связь с фактами, изложенными в этой статье; рассмотрению этих вопросов будет посвящена следующая статья.[7]

СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПОЧВ /ПЕРЕГНОЯ/ В СВЯЗИ С ВОПРОСОМ О ПОЛЕЗНОСТИ МИКОРИЦ



Печатается по тексту, опубликованному в «Трудах СПб. общ. естествоиспытателей», т. XXI, 1890



При разложении растительных остатков, как известно из новейших исследований, азог, содержащийся в них в виде органических соединений, не теряется в виде газообразного азота. От этого процентное содержание азота в продуктах разложения становится все больше и больше. В сообщении своем, представленном Отделению в прошлом году, [г. *Костычев*] [1] привел факты и соображения в доказательство того, что белковые вещества растительных остатков, при разложении этих остатков, хотя и распадаются на простейшие соединения, но из последних в клетках низших организмов, служащих причиною разложения, вновь образуются белковые вещества. Настоящее сообщение касается вопроса о пределе, до которого возрастает процентное содержание азота в разлагающихся растительных остатках, т. е. в перегное. Сравнивая анализ многих почв, можно убедиться, что находящийся в них перегной не содержит никогда более 5—6% азота, и, [по мнению г. *Костычева*], это содержание азота следует считать предельным. Содержание в перегное азота не может повыситься дальше этого предела, потому что сухое вещество ткани грибов содержит тоже в среднем 5—6% азота и редко более. Грибы, поселяясь на перегное и пользуясь всем составом его в совокупности, выделяют при жизни угольную кислоту, т. е. разрушают безазотистые соединения, на счет которых впоследствии могли бы вновь образоваться белковые соединения из простейших азотистых соединений, и потому из перегноя,

содержащего 5—6% азота, постоянно образуется аммиак как продукт окончательный, не подлежащий превращению в белковые вещества по неимению для этого достаточного количества безазотистых соединений. По этой, вероятно, причине разложение составных веществ грибов после смерти последних сопровождается всегда выделением аммиака. Поселившиеся на умерших грибах другие грибы, приблизительно того же состава, потребляют азотистые и безазотистые вещества умерших грибов для построения своих тканей и, выделяя постоянно угольную кислоту при дыхании, т. е. разрушая безазотистые вещества, тем самым неизбежно вызывают безвозвратное разложение белковых веществ мертвой разлагающейся массы. Если эти соображения привести в связь с вопросом о существовании у многих растений микориц, то последние, без всякого сомнения, необходимо признать полезными, если не в силу сожительства (симбиоза) между грибом и высшим растением, то в силу хотя бы того обстоятельства, что гриб, поселяющийся на корне, после своей смерти дает вещество, из которого образуется аммиак, полезный для высших растений. С этой точки зрения всякую микорицу можно рассматривать как аппарат, при помощи которого органические вещества (напр. отжившие части корней и проч.) освобождаются от излишнего количества безазотистых соединений и дают материал, из которого постоянно может образоваться аммиак, не подлежащий превращению в белковые вещества вне тканей высшего растения. Хотя это заключение о полезности микориц нельзя считать ничем иным, как только догадкою, но оно имеет некоторое значение в том отношении, что может послужить поводом к исследованиям в точно определенном направлении.

ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ И ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ГЛАВНЕЙШИХ ТИПОВ И ХАРАКТЕРИСТИКА ИХ В ФИЗИЧЕСКОМ ХИМИЧЕСКОМ И БИОЛОГИЧЕСКОМ ОТНОШЕНИЯХ



Печатается по тексту, опубликованному в С. Петербурге, в книге «Сельское и лесное хозяйство России», 1893



Европейская Россия может быть разделена на две обширные области,[1] резко отличающиеся одна от другой по составу, свойствам, плодородию и происхождению почв. Граница между ними проходит в общем с юго-запада на северо-восток, от Бессарабии до Уфы, представляя во многих местах сильные изгибы, так что участки почв южной области вдаются в область северных земель, и наоборот; местами южные земли находятся отдельными участками в виде островов между северными землями, и т. п. Юго-восточная часть называется обыкновенно областью чернозема, северо-западная — областью северных нечерноземных земель. Такое различие в почвах почти в точности соответствует разделению России в ботанико-географическом отношении на области степную (соответствующую чернозему) и лесную. Столь же отличны эти две области и в геологическом отношении: степная или черноземная область в общем может быть названа областью лёсса, тогда как в северо-западной половине поверхность земли образована осадками, большею частью состоящими из частиц более грубых.

Чтобы выяснить причины указанных различий, необходимо указать хотя на некоторые черты из новейшей ботанической и геологической истории Европейской России.

В ледниковый период, как известно, значительная часть Европейской России занята была обширным ледником, южная граница которого в центре России проходила севернее Курска,

а по течениям Дона и Днепра далеко на юг выдавались отроги ледника в виде языков. Ледник, надвигаясь с северо-запада, приносил с собою в виде основной морены массу, в различной степени измельченную, представляющую смесь всевозможных пород, по которым он двигался. Эти ледниковые или валунные отложения на южной границе ледника подвергались сортировке (главным образом, вероятно, водою из тающего льда), причем отделенные от общей массы мелкие частицы относились потом в виде пыли к югу от границ ледника, отлагаясь здесь в виде лёсса. По мере того, как ледник отступал к северу, лёсс закрывал собою обнажавшиеся валунные отложения. На востоке, вдоль течения Волги, таким же образом лёсс закрыл обнажившееся дно бывшего здесь обширного моря и занял местности, лежавшие дальше к востоку от него. Таким путем образовалась обширная область лёсса, отличающегося и здесь свойственными ему особенностями: он содержит довольно большое количество углекислой извести и сравнительно много растворимых солей; он состоит из чрезвычайно тонкоизмельченных частиц; вся толща его не слоиста и пронизана многочисленными трубочками, представляющими следы бывших корней; в нем находятся раковины сухопутных моллюсков и ясно наблюдаются следы деятельности роющих степных грызунов. Присутствие в лёссе корневых трубочек свидетельствует, что отложение лёсса происходило во время существования на нем растительности, а вся совокупность других признаков показывает, что и во время отложения лёсса вся область, занятая им, была степью.

Подробное исследование формы корневых трубочек показывает, что на лёссе существовали почти исключительно двудольные растения. Это заставляет думать, что растительность во всей лёссовой области была подобна той, какая наблюдается и теперь в прикаспийских степях, где в лёссе не образуется чернозема, точно так же, как было и повсюду в лёссовой области в период, предшествующий образованию последнего. Климат в то время в южной России, вероятно, был более сух, чем

в настоящее время. Это подтверждается тем соображением, что лёсс относился ветром к югу от ледника и, следовательно, господствующими ветрами в то время были северные, приходившие с ледника, а потому содержавшие мало паров и имевшие характер фена. С исчезновением ледника такие ветры прекратились, климат сделался несколько влажнее и явились условия, благоприятные для произрастания степных злаков (Gramineae); с этой эпохи началось превращение верхнего слоя лёсса в чернозем.

Лёсс, как и вообще все почвы, состоящие из тонкоизмельченных частиц, допускает существование только степной растительности с кратковременным периодом жизни и неблагоприятен для растительности лесной, жизнедеятельность которой не прерывается до осени. Это зависит, во-первых, от непроницаемости верхних слоев для воды и, во-вторых, от его большой влагоемкости, вследствие которой он может задерживать много воды в верхних слоях, не пропуская ее в глубину. Поэтому он хорошо смачивается только весною, и этот запас воды бывает достаточен только для растений с коротким периодом жизни. Летом дождевая вода большею частью стекает по его поверхности, и почва, смоченная только сверху, быстро высыхает под влиянием солнечных лучей и ветра.

В такой почве гниение растительных остатков должно происходить с крайнею медленностью, что действительно и наблюдается во всей области чернозема. Удобрение, запаханное в такую почву на глубину 7—8 дюймов, остается обыкновенно без изменений в течение многих лет. Поэтому понятно, что при постоянном существовании растительности, оставлявшей в почве свои корни, и при очень медленном гниении этих корней должно было происходить постепенное накопление органических веществ. Больше всего должны были накопляться органические вещества в верхних слоях, где оставалась большая масса корней.

Так как указанными свойствами отличается не один лёсс, а вообще все почвы, состоящие из тонкоизмельченных частиц,

то весьма естественно, что чернозем образовался не только на лёссе, но и на других породах, как, например, на юрской глине в Нижегородской губернии или на известняках (в губерниях Симбирской, Уфимской и др.), из которых после выщелачивания углекислой извести образовались почвы по тонкости частиц подобные лёссу.

Органические вещества в черноземе находятся в состоянии мельчайшего раздробления и тесно смешаны с минеральными частями; измельчение их произведено несомненно мелкими животными (дождевыми червями, личинками насекомых и проч.), так как вообще в местах, недоступных для таких животных, например под водою, органические остатки сохраняют свое строение (торф).

В степной области России (как и в других странах) лёсс залегает не сплошь. Среди него попадаются местами почвы более грубые, проницаемые для воды, следовательно более благоприятные для лесной растительности; почвы эти действительно заняты были лесами. Таким образом, в южной России обширные степные пространства чередовались с менее обширными лесными участками; кроме того, на северной своей границе степь соприкасалась с лесами северной области. Ботанические исследования последнего времени показали, что, с одной стороны, леса, находившиеся среди степей, не оставались постоянно в одних границах, но мало-помалу распространялись, занимая степные участки в своем соседстве; с другой стороны, по всей северной границе степи в нее мало-помалу надвигался с севера лес, оттесняя границу степи все более и более к югу. Причины этого явления заключались в том, что в степях зимою снег бывает неглубок, так как он беспрепятственно сдувается ветром; действием ветра снег собирается между прочим у лесных опушек в очень больших количествах, и от этого весною почва здесь глубоко промачивается. Кроме того, опадающая листва и мелкие сучья создают вокруг леса не широкий пояс, благоприятный для произрастания леса и неудобный для степной растительности. Понятно, что в силу

этого леса могли отвоевать у степи все бо́льшие и бо́льшие пространства, поселяясь на черноземе. Впоследствии леса эти были вырублены, так что во многих местах от них не осталось ни малейших следов; но под влиянием леса чернозем претерпевает такие характерные изменения, что почти всегда с полною уверенностью можно определить, был ли на данном месте раньше лес. Вместе с тем исследования более глубоких слоев па том же месте неопровержимо доказывают существование здесь степи ранее леса; глубокие слои представляют типический лёсс, и в почве есть засыпанные норы степных грызунов. По своему особенному цвету почвы, образовавшиеся из чернозема под влиянием леса, носят название серых лесных земель.

Значительное содержание в лёссе растворимых солей составляет причину существования среди чернозема солончаков. Их особенно много на юго-востоке, где не глубоко залегают каспийские осадки обыкновенно соленосные. Образование солончаков обусловливается различными причинами: иногда солончаки расположены в незначительных низинах, куда с окрестных мест стекает вода, обыкновенно содержащая в растворе соли и оставляющая их в почве и на ее поверхности после испарения; иногда солончаки образуются на местах выхода грунтовых вод, приносящих с собою соли, которые мало-помалу накопляются в почве по мере испарения воды, и т. д.

Чернозем, серые лесные земли и солончаки суть главнейшие типы почв в черноземной области, занимающие почти всю область, так что другие почвы кроме них встречаются только изредка и в общем занимают сравнительно малое пространство.

Из других почв в той же области встречаются главным образом только почвы известковые и песчаные. Из этих почв известковые занимают наибольшую площадь по правому берегу Волги в губ. Симбирской и Саратовской и, кроме того, встречаются в некоторых центральных губерниях. Обширные площади сыпучих песков находятся в разных местах, обыкно-

венно близ рек и морей; кое-где изредка почвою служат валунные суглинки и т. д.

Главнейшие химические и физические свойства указанных почв в степной области, насколько они выяснились существующими исследованиями, изложены ниже.

1. Чернозем

Плодородие чернозема известно было издавна, но подробное исследование этой замечательной почвы начато только в последнее время. Накопление в нем органических веществ объяснено впервые академиком Рупрехтом, который вместе с тем указал и на особенный характер черноземной флоры. Впоследствии исследования Рупрехта были значительно дополнены; происхождение чернозема и его свойства в особенности разъяснены работами проф. Докучаева и Костычева; из ботанических исследований, относящихся к чернозему, особенного внимания заслуживают работы проф. Цингера и Коржинского.

Географическое распространение чернозема (со включением серых лесных земель черноземной области, происшедших из чернозема) в пределах административного управления Европейской России в общих чертах таково (северная граница): на востоке от Уральского хребта чернозем начинается тотчас же, как только горная область сменяется равниною, и распространен здесь в Пермской губ., в уездах Шадринском и Камышловском и в Оренбургской губ. в уездах Челябинском, Троицком, Верхнеуральском и отчасти в Орском. К западу от Уральского хребта чернозем начинается в губ. Пермской и Уфимской — на севере в виде отдельных островов, напр. в уездах Кунгурском и Красноуфимском, а затем от Уфимского и Бирского уездов, близко следуя течению рек Белой и Камы, чернозем переходит в Казанскую губ., причем к югу от этой границы встречаются еще отдельные нечерноземные острова. На правый берег Волги чернозем переходит близ Тетюш, и граница его принимает юго-западное направление, проходя

южнее Алатыря; здесь чернозем часто прерывается другими землями, что замечается и далее к югу по Волге до Сызрани. На правом берегу Суры чернозем сразу поднимается далеко к северу до реки Пьяны, и отсюда общая граница его идет круто к юго-западу приблизительно до Тамбова; по левому берегу Цны чернозем снова поднимается к северу до г. Шацка; и отсюда его граница опять принимает юго-западное направление, проходя близ городов Сапожка, Пронска и Крапивны; затем изгибается круто к югу почти до Орла и сохраняет это направление, идя приблизительно возле Севска, Глухова и Конотопа, и пересекает Днепр южнее Киева. Отсюда граница чернозема получает направление почти прямо на запад по 50° параллели. Впрочем, к юго-западу от Днепра неизмененного чернозема сравнительно немного, а большею частью — только серые лесные земли.

Южная граница чернозема на юго-западе проходит севернее берега Черного моря, но на левом берегу Днепра спускается южнее; затем чернозем переходит в Крым и на юге доходит до Крымского хребта; далее граница его идет к востоку, вдаваясь длинными языками в область песков по течению Терека и Кумы. Отсюда чернозем круто поднимается почти прямо на север восточнее течения Дона и сходится с Волгою на ее правом берегу севернее Царицына. На левый берег Волги чернозем переходит несколько севернее р. Большого Иргиза и за Волгою его южная граница направляется приблизительно к г. Уральску. Впрочем, в этой части границу чернозема точно обозначить невозможно, так как к северу среди чернозема находятся многочисленные нечерноземные, большею частью солончаковые острова, а южнее — среди солонцеватых земель и полынных степей разбросаны острова чернозема, к югу редеющие и уменьшающиеся в размерах. Такая смена чернозема с солончаками существует и на юго-востоке в губ. Ставропольской, в Донской области и в Саратовской губ.

Общая площадь черноземной области может быть определена приблизительно в 100 000 000 десятин.

Среди чернозема в пределах указанных границ и вдоль северной границы находится много серых лесных земель, главнейшие районы которых показаны будут ниже.

По химическому составу чернозем не везде одинаков; чернозем, образовавшийся на известняках и глинах, не однороден с тем, который образовался на лёссе; лёссовый чернозем в разных местностях не однороден в зависимости от различий в первоначальном составе лёсса. Тем не менее все черноземные почвы имеют многие признаки общие, а именно:

а) Значительное содержание органических веществ и вследствие этого темный цвет. Содержание перегноя в черноземе колеблется от 16 до 4%. Наибольшее содержание перегноя наблюдается в черноземе на известняках и на лёссе, особенно богатом углекислой известью. В таких почвах высокое содержание перегноя произошло не только от накопления органических веществ, но также от того, что выщелачивание углекислой извести из первоначальной почвы повысило процентное содержание всех остальных веществ, а в том числе и перегноя. В зависимости от большего или меньшего содержания в лёссе глины и песка содержание перегноя тоже изменяется: при большем содержании песка оно меньше, вследствие большей проницаемости почвы для воды и воздуха, отчего и разложение органических веществ было быстрее.

б) Распределение органических веществ в разных слоях чернозема повсюду однородно: наибольшее количество перегноя наблюдается в верхнем слое, а затем с глубиною содержание его постепенно уменьшается, как это видно из следующих примеров:

1 — Чернозем из Воронежской губ.
2 — » » Екатеринославской губ.
3 — » » Харьковской губ.
4 — » » Уфимской губ.

Глубина	1	2	3	4
	Содержание перегноя в %			
0— 6 дюймов	5.42	9.64	10.11	9.29
6—12 »	4.83	7.71	6.81	6.23

12—18 дюймов	3.63	6.71	5.57	4.33
18—24 »	2.56	5.61	4.36	2.20
24—30 »	2.58	3.51	3.58	—
30—36 »	1.88	3.18	1.93	—
36—42 »	1.29	1.56	—	—

Вообще слой почвы темного цвета чаще всего бывает в черноземе от 3 до 1 фута мощностью; в почвах известковых он обыкновенно мельче. Но вообще совершенно точные измерения глубины этого слоя невозможны вследствие постепенного уменьшения интенсивности окраски.

в) Содержание цеолитных веществ (т. е. веществ, растворимых в кипящей соляной кислоте вместе с кремневою кислотою, извлекаемою из нерастворимого остатка слабыми растворами щелочей) в черноземе вообще значительно — от 15 почти до 40%. Кроме того, цеолитные вещества содержат известь в большем количестве, чем магнезию, а так как известковые цеолиты вообще легче растворяются, чем магнезиальные, то состав чернозема с этой стороны весьма благоприятен для растений. При этом нужно заметить, что если исследовать слои чернозема с разной глубины на одном и том же месте, то оказывается, что разница в их составе обусловливается только различием в содержании перегноя и углекислой извести. Если исключить эти два вещества и вычислить состав остальной части, то он оказывается одинаковым на разной глубине. В подтверждение сказанного здесь приводятся две таблицы: в первой из них показан состав чернозема из 9 различных губерний, во второй — состав разных слоев чернозема с одного и того же места.

Почва 5-я этой таблицы приведена как пример очень малого содержания цеолитных веществ, почвы 1-я и 7-я —как примеры очень высокого содержания этих веществ. Кроме того, почва 1-я представляет чернозем, образовавшийся на юрской глине, а почва 9-я — чернозем на известняке. В этой последней почве на глубине от 12 до 18 дюймов содержание углекислой извести доходит уже до 60%.

1. Состав чернозема из 9 губерний (в %)

	1* Нижегород. губ.	2 Тульской губ.	3 Курской губ.	4 Тамбовской губ.	5 Воронеж. губ.	6 Полтавской губ.	7 Саратовской губ.	8 Оренбург-ской губ.	9 Уфимской губ.
Гигроскопической воды		10.54	6.51	7.59	5.00	6.77	7.69	7.24	5.11
Сухая почва содержит:									
перегноя	10.76	8.31	6.22	7.84	5.76	9.35	7.36	16.34	9.61
химически соединенной воды . . .	6.02	4.28	3.69	4.89	4.63	5.26	4.11	7.26	3.67
Потеря при прокаливании . .	16.78	12.59	9.91	12.73	10.59	14.61	11.47	23.60	13.28
Минеральных веществ	83.22	87.41	90.09	87.27	89.41	85.39	88.53	76.40	86.72
Из них:									
1. Цеолитных веществ:									
кремнезема . . .	17.09	11.90	12.89	13.10	7.08	13.81	17.05	14.27	9.22
глинозема	6.59	6.35	6.50	7.02	2.81	} 10.37	11.77	7.25	} 7.48
окиси железа . .	4.06	2.34	3.03	3.15	2.05			4.31	
» марганца .	0.01	0.10	0.04	0.12	0.07	0.13	0.11		
извести	1.68	1.13	1.10	1.08	0.90	1.30	1.07	1.11	0.65
магнезии	1.10	0.60	0.60	0.37	0.55	0.70	0.60	0.71	0.85
кали	1.00	0.43	0.40	0.51	0.35	0.72	0.85	0.63	0.51
натра	0.17	0.05	0.05	0.04	Следы	0.04	0.09	0.03	0.07
фосфорной кислоты	0.25	0.21	0.15	0.19	0.12	0.17	0.15	0.30	0.24
серной кислоты .	0.02	0.06	0.04	0.02	0.10	0.09	0.03	0.08	0.01
Всего	31.97	23.17	24.80	25.60	14.00	27.33	31.72	28.79	19.03
2. Углекислой извести	—	—	—	—	—	—	—	1.33	13.48
3. Глины и песка . .	51.25	64.28	65.31	61.71	75.51	58.07	56.84	46.41	54.35

* Анализы проф. Шмидта. Все остальные анализы и данные различных исследований в этой и следующих ниже таблицах взяты из работ проф. Костычева, отчасти неопубликованных.

2. Почва из Екатеринославской губ.*

	0—6 дюйм.	6—12 дюйм.	12—18 дюйм.	18—24 дюйм.	24—30 дюйм.	30—36 дюйм.	36—42 дюйм.
	процентов						
Гигроскопической воды .	8.47	8.61	8.55	9.87	9.14	8.68	7.83
В сухой почве:							
перегноя	9.64	7.71	6.71	5.61	3.57	3.18	1.56
химически соединенной воды	3.98	2.46	2.14	2.22	2.21	2.23	2.02
Потеря при прокаливании . .	13.62	10.17	8.55	7.83	5.78	5.41	3.58
Минеральных веществ . .	86.38	89.83	91.45	92.17	94.22	94.59	96.42
Из них:							
1. Цеолитных веществ:							
кремнезема	17.19	17.91	18.01	18.24	18.63	18.70	16.71
глинозема	7.29	7.64	7.81	7.89	7.95	7.90	7.02
окиси железа	4.68	4.99	5.01	5.40	5.22	5.28	4.65
» марганца . . .	0.19	0.20	0.21	0.19	0.21	0.20	0.11
извести	1.52	1.38	1.41	1.38	1.44	1.46	1.77
магнезии	1.51	1.67	1.66	1.60	1.73	1.71	1.42
кали	0.70	0.78	0.77	0.80	0.82	0.81	0.72
натра	0.06	0.10	0.10	0.11	0.11	0.10	0.08
фосфорной кислоты .	0.21	0.19	0.18	0.17	0.17	0.17	0.15
серной кислоты . . .	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04
Всего	33.37	34.88	35.18	35.81	36.31	36.37	32.05
2. Углекислой извести . .	1.41	1.08	1.08	1.31	1.18	1.13	14.04
3. Глины и песка	54.82	53.93	54.88	55.07	56.74	57.11	49.85

* Цифры этой таблицы средние из 2—3 согласных между собою анализов; состав минеральной части получен простым перечислением.

Состав минеральной части той же почвы

(За исключением углекислой извести и потери при прокаливании)

	0—6 дюйм.	6—12 дюйм.	12—18 дюйм.	18—24 дюйм.	24—30 дюйм.	30—36 дюйм.	36—42 дюйм.
	процентов						
1. Цеолитных веществ:							
кремнезема	20.23	20.18	19.93	20.07	20.02	20.18	20.29
глинозема	8.58	8.61	8.65	8.69	8.69	8.45	8.63
окиси железа	5.51	5.61	5.54	5.96	5.96	5.64	5.64
марганца	0.22	0.21	0.23	0.21	0.21	0.21	0.13
извести	1.81	1.69	1.56	1.51	1.51	1.56	2.02
магнезии	1.80	1.88	1.83	1.76	1.76	1.83	1.71
кали	0.82	0.88	0.85	0.88	0.88	0.86	0.86
натра	0.06	0.12	0.11	0.12	0.12	0.11	0.10
фосфорной кислоты .	0.25	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.18
серной » .	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04
Всего	39.30	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04
2 Глины и песка	60.70	60.69	61.08	60.99	60.99	61.11	60.41

Состав минеральной части этой почвы, как видно из второй части таблицы, оказывается одинаковым на различной глубине, и только в содержании извести и фосфорной кислоты замечаются различия между разными слоями: в верхнем слое эти вещества содержатся в наибольшем количестве, а затем содержание их уменьшается с глубиною. То же самое наблюдается во всех черноземных почвах, исследованных до настоящего времени.

Очевидно, что содержание этих обоих веществ уменьшается с глубиною соответственно содержанию перегноя, и это понятно, потому что известь содержится в перегное отчасти в виде гуминовых солей, а фосфор входит в состав перегноя.

Почва, состав которой показан во второй таблице, может служить, кроме того, редким примером в том отношении, что в ее цеолитных веществах известь не преобладает над магнезиею.

Соответственно большому содержанию цеолитных веществ, все черноземные почвы отличаются высокою поглотительною способностью, а так как поглощение какого-либо вещества обыкновенно сопровождается растворением другого, то поглотительная способность чернозема свидетельствует о легкой, сравнительно, растворимости его цеолитных веществ. В самом деле, если исследовать параллельно черноземные и нечерноземные почвы, то при одинаковом абсолютном количестве цеолитных веществ (для чего надо взять соответственно большее количество северной почвы) поглотительная способность чернозема оказывается несравненно большею. Этим весьма хорошо объясняется замечательное плодородие чернозема: при легкой растворимости содержащихся в нем веществ он может в изобилии снабжать питательными минеральными веществами произрастающие на нем растения. Кроме того, значительное содержание в нем органических веществ вполне обеспечивает растения и азотом. Перегной чернозема содержит в среднем обыкновенно 4—6% азота; следовательно, при содержании 8—10% перегноя чернозем содержит от 0.3 до 0.6% азота, — почти столько же, как и в обыкновенном навозе от домашнего скота.

Замечательно, что при исследовании поглотительной способности разных слоев чернозема с одного и того же места оказывается, что почва более глубоких слоев обладает большею поглотительною способностью.

В следующей таблице показана поглотительная способность различных слоев чернозема из Таврической губернии. В первом столбце показано поглощение фосфорной кислоты из раствора, содержавшего 0.1058 г фосфорного ангидрида; во втором столбце количество извести из раствора, содержавшего 0.229 г окиси кальция; в третьем столбце — количество аммиака,

поглощенного из раствора, содержавшего 0.2629 г этого вещества; почвы во всех случаях 50 г.

Глубина	1	2	3
0—6 дюймов	0.030	0.038	0.092
6—12 »	0.033	0.040	0.107
12—18 »	0.033	0.044	0.108
18—24 »	0.040	0.053	0.109
24—30 »	0.045	0.056	0.109

Причина меньшей поглотительной способности верхних слоев заключается очевидно в том, что гуминовые соединения обладают меньшею поглотительною способностью, чем цеолитные вещества. Вместе с тем это свидетельствует, что еще до образования чернозема почвы во всей степной области России обладали всеми элементами плодородия, за исключением органических веществ.

Физические свойства чернозема не менее замечательны, так что если их в должной мере принимать во внимание, то обработка чернозема становится сравнительно легкою, несмотря на то, что большинство черноземных почв принадлежит к числу тяжелых вследствие значительного содержания в них глины. Так, напр., в почве из Екатеринославской губернии, состав которой показан во второй таблице, при анализе по способу Шлезинга, найдено:

Глубина	Глины *	Песка	Песка на 1 ч. глины
0—6 дюймов	34.5%	50.5%	1.46
6—12 »	35.3	50.5	1.51
12—18 »	35.7	54.3	1.52
24—30 »	37.0	56.1	1.51
30—36 »	37.7	56.7	1.51
36—42 »	30.3	50.8	1.67

* При сравнении этих цифр с цифрами таблицы второй не надо забывать, что при способе Шлезинга вместе с глиною отделяются и аморфные цеолиты, обладающие физическими свойствами глины; вместе с песком оседают точно так же цеолиты, составляющие плотные зерна и по физическим свойствам подобные песку.

Содержание глины в рассматриваемой почве близко к максимальному, указанному Шлезингом вообще для почв. Кроме того, в черноземе содержится много аморфных органических веществ, способных связывать другие частицы с еще большею силою, чем глина. Все это, взятое вместе, делает чернозем почвою очень вязкою, способною образовать после пахоты в сухое время такие крепкие комья, что дальнейшая разработка их должна требовать повидимому больших усилий. Но перегной, как известно, после высыхания теряет способность связывать другие частицы и даже отнимает эти свойства у тесно смешанной с ним глины. Поэтому сухие комья чернозема после смачивания дождями легко распадаются от действия легкой бороны и даже от собственной тяжести. Чернозем тогда принимает строение, называемое русскими хозяевами-практиками п у ш и с т ы м. Пролежавши некоторое время влажным, после происшедшего вновь дальнейшего разложения органических веществ, чернозем снова делается липким, способным образовать комки; появление этой способности и может служить одним из лучших признаков спелости пашни. В самом деле, производить посев на черноземе, когда он находится еще в пушистом состоянии, было бы неблагоприятно: пушистый чернозем легко сплывается на поверхности от дождей и делается непроницаемым для воды и воздуха. Лучше всего, если он будет превращаем в мелкокомковатое состояние; тогда он долго сохраняет это строение, остается свободно проницаемым для воды и воздуха, хорошо сберегает влагу, — и вследствие всего этого существование растений на нем будет тогда наиболее обеспечено. Непроницаемость чернозема для воды и воздуха, даже при отсутствии связи между его частицами, обусловливается мелкостью его частиц. В этом отношении он совершенно сходен с почвами североамериканских прерий и вообще с лёссом различных стран.

Что касается обработки чернозема, наиболее обеспечивающей урожаи, то в этом отношении руководящим правилом должно быть следующее: чернозем обладает в избытке всеми питательными

веществами, но так как климат степной области сравнительно сух и дожди там выпадают не регулярно, то неурожаи в этой области сравнительно не редки и всегда обусловливаются недостатком воды; следовательно, обработка чернозема должна производиться таким образом, чтобы почва поглощала наибольшее количество дождевой воды и как можно медленнее ее испаряла.

Так как летние дожди здесь никогда не бывают достаточны для обеспечения растений водою, то сбережение зимней влаги является делом первостепенной важности.

Для достижения этой цели необходимы для озимых растений:

1) черный пар или возможно ранний взмет пара весною и

2) постоянное поддержание верхнего слоя пашни в рыхлом состоянии, так, чтобы на поверхности всегда находился рыхлый слой около 3 дюймов толщиною, не имеющий капиллярной связи с лежащими под ним слоями пашни. Слой этот служит собственно покровом для более глубоких слоев и предохраняет их от высыхания; при этом, кроме сбережения воды, достигается и лучшая химическая подготовка чернозема к будущему посеву, так как при содержании в нем влажности разложение органических веществ и выветривание минеральных происходит интенсивно. Вместе с этим при частом разрыхлении поверхности истребляются и сорные травы. При соблюдении этого условия урожаи озимей на черноземе бывают удовлетворительны даже в самые сухие годы. При отсутствии рыхлого неглубокого слоя на поверхности никакие другие приемы, и в частности особенно глубокая пахота, не дают желательных результатов.

Для обеспечения яровых посевов пахота с осени составляет необходимое условие, так как при ней почва получает наибольший запас зимней влаги. Затем весною необходимо как можно скорее проборoновать пашню, чтобы создать на ней рыхлый покровный слой и затем уже производить посев.

Только что распаханные черноземные степи отличаются обыкновенно таким плодородием, что в течение долгого ряда лет не требуют удобрения. Чернозем, давно находящийся

в распашке, обыкновенно уже удобряется; для удобрения употребляется пока исключительно навоз.

В тех местах, где свободной земли много, так что население не может распахивать всех степей, продолжительные посевы на одном месте невозможны при существующей в таких местах обработке земель. В подобных местностях производятся почти исключительно яровые посевы под однократной пахотой, а потому через несколько лет после первой распашки сорные травы разрастаются в таком множестве и с такою силою, что посевы становятся ненадежны, а вместе с тем вследствие изменения почвы от распахивания качество зерна делается хуже. Такие места оставляются на долгое время в залежи, на которой происходит характерная смена растительности: в первые годы залежь зарастает однолетними и двулетними высокими травами из сем. Cruciferae, Compositae, Umbelliferae и т. д., носящими общее имя б у р ь я н а. После этого на несколько лет залежь зарастает злаками (Gramineae), имеющими корневища (Hierochloë borealis, Triticum repens, Bromus inermis, а на юго-востоке Triticum ramosum), и наконец через 12—15—20 лет на залежи появляются степные злаки — Festuca ovina, Stipa pennata и др., а прежние окончательно исчезают.

Почва после этого считается восстановившею плодородие: посевы на ней не страдают от сорных трав, почва получает при распашке мелкокомковатое строение, и вследствие происшедшего накопления органических веществ зерно получается твердое, стекловидное, богатое азотом.

После 4—6 лет пахоты твердых пшениц сеять уже нельзя, и поле снова оставляется в залежь, на которой происходят такие же изменения.

При употреблении на черноземе навоза всего важнее его мелкая запашка, потому что глубоко запаханный навоз в черноземе обыкновенно не разлагается и не увеличивает плодородия почвы. Запаханный глубоко, он, кроме того, прерывает капиллярную связь между слоями под ним и над ним. Слой, находящийся поверх навоза, тогда легко высыхает, последствием

чего являются неурожаи. Поэтому от неопытных хозяев степной полосы часто слышатся жалобы, что при употреблении навоза хлеба выгорают. При мелкой запашке навоза последний не только быстро разлагается, но и предохраняет почву от высыхания, — следовательно, приносит двойную пользу.

2. Серые лесные земли

Выше указано было, что на черноземе местами разрастались леса, под которыми происходило изменение почвы настолько значительное и характерное, что уже на-глаз легко отличить бывшую лесную землю от чернозема, ничем не измененного. Изменение это обусловливается двумя обстоятельствами: 1) в лесах зимою собирается много снега, тогда как в степях он сносится ветром; вследствие этого в лесу сквозь верхний слой почвы просачивается много воды; 2) на поверхности почвы в лесу находится слой опавших листьев и сучьев, препятствующий высыханию верхних слоев почвы; вместе с тем длинные корни деревьев выбирают воду по преимуществу из более глубоких слоев почвы, а не из верхних. По этим причинам верхний слой лесной почвы всегда гораздо влажнее соответствующего слоя степной почвы, а от этого разложение органических веществ в верхнем слое лесной почвы происходит несравненно скорее. Кроме того, покровный слой листьев и сучьев в лесу препятствует прохождению кислорода в лесную почву, так как кислород поглощается гниющими веществами покровного слоя. Поэтому в лесной почве органические вещества дают продукты, образующиеся без доступа кислорода, и в числе их много ключевой (креновой) кислоты, которая, как и все ее соли, имеет белый цвет. Присутствие этих веществ придает лесным почвам особый серый цвет, от которого и зависит их название; кроме того, в этих почвах очень часто бывают местами белые пятна, подтеки и т. п. По той же причине в лесных почвах почти не бывает азотной кислоты.

Соли креновой кислоты, как известно, легко растворимы в воде: при сравнительно обильном просачивании воды сквозь

лесную почву они выщелачиваются из ее верхних слоев; вещества эти отлагаются ниже, там, где задерживается наибольшее количество воды, т. е. в том слое, откуда деревья по преимуществу берут воду. Этот слой почвы принимает поэтому с течением времени особый вид: почва становится плотною и легко распадается на некрупные плотные комки, поверхность которых обыкновенно покрыта пепельным или белым порошком, очевидно вследствие того, что по трещинам между комками преимущественно просачиваются растворы, содержащие креновую кислоту.

Вследствие усиленного разложения органических веществ лесные почвы содержат обыкновенно менее перегноя, чем соседний неизменный чернозем. Кроме того, они обыкновенно не столь связны и тяжелы по сравнению с черноземом, потому что выщелачиванию при содействии креновой кислоты подвергаются более всего аморфные цеолиты, и таким образом в почве уменьшается содержание этих веществ, которые служат цементом, связывающим другие частицы.

Изменить свойства черносема подобно тому, как изменяются они под лесами, очень легко: для этого нужно поместить черноземную почву в высокий цилиндрический сосуд и закрыть ее слоем древесных листьев; после этого ее надо держать постоянно влажною, смачивая каждые 2—3 дня таким количеством воды, чтобы часть ее прошла сквозь всю почву. Таким способом та почва из Екатеринославской губ., состав которой приведен во второй таблице, в течение трех лет превратилась из черной в совершенно серую и органических веществ в ней осталось всего около 2.5 %. В прошедшей сквозь почву воде органических веществ было очень мало, так что исчезновение их обусловливалось главным образом разложением, а не выщелачиванием.

По составу и физическим свойствам лесные земли подобны чернозему, содержащему мало перегноя и цеолитных веществ, хотя в тех случаях, когда лес поселяется на богатом черноземе, земля под ним остается все-таки очень богатою перегноем, как это можно видеть из следующей таблицы,

	Слой от 0 до 12 дюймов	Слой от 12 до 18 дюймов	Слой от 18 до 24 дюймов	Слой от 24 до 30 дюймов
Гигроскопической воды	6.39%	6.69%	6.87%	6.32%
В сухой почве:				
перегноя	9.78	7.44	4.00	3.85
химически соединенной воды	3.26	2.92	2.46	2.25
Потеря при прокаливании	13.04	10.36	6.46	6.10
Минеральных веществ	86.96	89.64	93.54	93.90
Из них:				
1 Цеолитных веществ:				
кремнезема	13.68	17.75	17.93	17.16
глинозема	7.57	8.53	10.01	10.05
окиси железа	2.86	3.79	3.52	3.27
» марганца	0.04	0.09	0.09	0.09
извести	1.57	0.91	0.90	0.89
магнезии	0.35	0.42	0.68	0.91
кали	0.73	1.21	1.00	0.69
натра	0.09	0.12	0.09	0.06
фосфорной кислоты	0.31	0.23	0.21	0.11
серной »	0.01	0.02	0.01	0.01
	27.24	33.07	34.43	33.14
2. Глины и песка	59.26	56.62	59.11	60.75
В минеральной части содержится:				
1. Цеолитных веществ	31.38	36.87	36.79	35.29
2. Глины и песка	68.32	63.13	63.21	64.71

содержащей результат анализов четырех слоев почвы Воронежской губернии из находящегося там очень древнего леса.

Эта земля отличается от настоящего чернозема только своим сероватым цветом и тем еще, что в минеральной части верхнего слоя содержится меньше цеолитов, чем в слоях более глубоких, очевидно вследствие выщелачивания верхнего слоя.

Соответственно происхождению, лесные серые земли не занимают каких-либо обособленных районов, но разбросаны среди чернозема и по северной границе его в тех местах, где степь соприкасалась с лесами, которые среди чернозема разбросаны были без всякой правильности. Поэтому серые лесные земли находятся во всех без исключения черноземных губерниях; так, напр., в Полтавской губ., довольно центральной по своему положению в черноземной области, по исследованиям проф. Докучаева, серые земли занимают до 30% всей площади. Значительные, почти сплошные пространства таких земель находятся в губерниях Пензенской, Симбирской, Самарской и Саратовской; затем в губерниях — Тульской, Тамбовской, Рязанской, Орловской и отчасти Воронежской; о значительном распространении их на юго-западе сказано выше. Замечательны, между прочим, серые земли, происшедшие из чернозема, находящиеся в виде островов севернее общей границы степной области в губ. Владимирской, Пермской и Уфимской.

По отношению к обработке и удобрению лесные земли одинаковы с черноземом; но так как они менее связаны, то нередко требуются особые заботы, чтобы не превратить их в порошковатое состояние, в котором они легко заплывают с поверхности от дождей. От удобрения навозом и обработки лесные земли иногда очень быстро делаются черными вследствие окисления креновых соединений. Тогда цвет их пахотного слоя нисколько не отличается от такого же слоя на черноземе и только по более глубоким слоям можно распознать их происхождение.

3. Солончаки

Находясь среди чернозема в виде пятен, иногда неправильно чередуясь с ним и вообще располагаясь по соседству с ним, солончаки отличаются от чернозема по химическому составу только в двух отношениях: 1) солончаковая земля содержит обыкновенно меньше перегноя и 2) в солончаковых землях содержатся растворимые соли в таких количествах, что обыкновенные растения (полевые, луговые или степные) не могут произрастать на этих почвах.

Разница в содержании перегноя между солончаками и черноземом обусловливается двумя причинами: на солончаках поселяются такие растения, которые не производят накопления перегноя в почвах, и, кроме того, в некоторых случаях сквозь солончаковые почвы просачиваются (сверху или снизу) большие количества воды, способствующие разложению перегноя.

Чтобы показать изменчивость в содержании перегноя при переходе от солончака к чернозему можно привести следующие примеры:

	Содержит перегноя
Чернозем Харьковской губ.	5.55%
Солончак в расстоянии 5 фут. от предыдущего	2.42
Чернозем Оренбургской губ.	9.30
Солончак в расстоянии 22 фут. от предыдущего	3.66
Из той же губернии чернозем	10.48
В 10 фут. от него солончак	1.38

Содержание растворимых солей в солончаках иногда весьма незначительно; бывают даже такие случаи, когда лежащий на возвышенности солончак содержит менее растворимых солей, чем хорошая земля в низменности, где значительное содержание воды даже и при большом количестве солей делает почвенные растворы настолько слабыми, что становится возможным существование обыкновенных растений.

Следующие примеры показывают разницу в количестве растворимых солей между солончаками и обыкновенными почвами, лежащими рядом — не более 10—15 футов одни от других (примеры относятся к Харьковской губ.).

Обыкновенная почва	Солончак	
0.061%	0.258%	растворимых в воде солей
0.059	0.288	» » » »
	7.555	
0.234	5.591	» » » »

Третий из этих примеров представляет почву, лежащую в низменности; здесь плодородная земля содержит столько же растворимых солей, как солончак в других местах.

Солончаки с небольшим содержанием растворимых солей в годы, богатые дождями, дают очень хорошие урожаи, иногда более высокие, чем на обыкновенных землях, очевидно в силу того, что почвенные растворы в них бывают тогда столь слабы, что становятся благоприятными и для обыкновенных растений.

Главная область солончаков — юго-восточная Россия, близ Каспийского моря, где соленосные каспийские осадки служат обильным источником растворимых солей; в других местах солончаки разбросаны среди чернозема, преимущественно в южных губерниях, незначительными площадками, обыкновенно в плоских котловинах или на южных склонах балок.

4. Известковые почвы

Наиболее обширный район эти почвы занимают по правому берегу Волги, в губерниях Симбирской и Саратовской. Верхний слой этих почв состоит большею частью из тонкоизмельченных частиц, между которыми в небольшом количестве попадаются обломки известняка. Под этим слоем на значительную глубину идет известковый щебень. Углекислая известь

из верхнего слоя обыкновенно выщелочена до большей и меньшей степени.

От глубины верхнего слоя зависит и плодородие этих почв. Для сельскохозяйственного пользования пригодны только те почвы, у которых верхний слой глубок. Другие же — и таких гораздо более — заняты или очень скудною степною растительностью, или же лесом.

Некоторые из таких почв представляют переход к чернозему, и в прилагаемой таблице приведены примеры, представляющие этот переход.

Известковые почвы с правого берега Волги

(Симбирской и Саратовской губ.)

	1	2	3	4
Гигроскопической воды	1.39%	4.55%	3.52%	4.87%
В сухой почве:				
перегноя	3.78	8.23	3.08	4.22
химически соединенной воды	3.20	7.89	2.17	3.89
Потеря при прокаливании	6.98	16.12	5.25	8.11
Минеральных веществ	93.02	83.88	94.75	91.89
Из них:				
1. Цеолитных веществ:				
кремнезема	1.84	5.30	14.92	15.36
глинозема	0.78	1.96	8.03	8.13
окиси железа	0.38	0.70	8.46	4.59
» марганца	0.09	0.01	1.15	0.08
извести	0.55	0.52	0.56	0.49

Продолжение

	1	2	3	4
магнезии *	0.78	2.25	2.59	0.83
кали	0.08	0.59	0.56	0.60
натра	0.10	0.05	0.47	0.13
фосфорной кислоты	0.05	0.05	0.09	0.08
серной »	0.07	0.10	0.04	Следы
	4.72	11.53	36.87	30.29
2. Углекислой извести	87.05	69.94	34.35	9.60
3. Глины и песка	1.58	2.49	23.54	52.01

5. Сыпучие пески

Более или менее обширные площади сыпучих песков расположены или близ морей (Черного и Каспийского), или же по течению рек, и пески эти представляют собою обыкновенно аллювиальные образования. Кроме того, вдоль северной границы чернозема существует почти сплошная полоса песков, отделяющих чернозем от северных земель. Эти пески представляют, очевидно, совокупность грубых продуктов отмучивания валунных наносов водою.

Почти все более или менее значительные пространства сыпучих песков в прежнее время заняты были лесами, но с вырубкою последних, от неразумного пользования освобожденною от леса почвою, местами превратились в такое состояние, что легко переносятся ветром, и площадь их вследствие этого увеличивается.

* Часть магнезии находится несомненно в виде углекислой, в таблице же это не могло быть принято во внимание по невозможности определить это точно.

Существование сыпучих песков главным образом поддерживается пастьбою на них скота. Если же их оставить в покое, то они зарастают мало-помалу и переходят в плотное состояние. Такому переходу способствует отчасти прибавка к песку органических веществ от произрастающих растений и отчасти нанос пыли с окружающего их чернозема. Вследствие этого окрепшие пески получают другой цвет: из белых или слабожелтоватых они делаются серыми.

Окрепшие пески, от пастьбы на них скота, снова очень легко разбиваются, мелкие частицы из них выносятся ветром, и они опять становятся совершенно белыми, не содержащими никаких других частиц, кроме песчаных зерен, размер которых в большинстве случаев колеблется в пределах от 0.1 до 0.25 мм.

Вследствие того, что такие пески существовали когда-то под лесами, в них на большей или меньшей глубине находится нередко плотный, почти каменистый слой, соответствующий тому, что в Германии называется Orthstein, а во Франции alios. Для того чтобы дать более точные понятия относительно сказанного, в нижеследующей таблице приведены анализы песков, находящихся вблизи устьев Днепра.

Песчаные почвы с низовьев Днепра

	1	2	3	4
Гигроскопической воды	0.55%	0.17%	0.13%	4.19%
В сухой почве:				
перегноя	0.29	0.01	0.01	0.11
химически соединенной воды	0.77	0.30	0.29	2.95
Потеря при прокаливании	98.94	0.31	0.30	3.06

Продолжение

	1	2	3	4
Минеральных веществ	98.94	99.69	99.70	96.94
Из них:				
1. Цеолитных веществ:				
кремнезема	3.10	0.62	0.50	8.80
глинозема	1.33	0.27	0.22	6.03
окиси железа	0.40	0.07	0.06	2.35
» марганца	0.02	0.001	0.002	0.02
извести	0.09	0.01	0.04	0.23
магнезии	0.07	0.02	0.03	0.18
кали	0.11	0.02	0.02	0.24
натра	0.02	0.01	0.01	0.02
фосфорной кислоты	0.02	0.01	0.01	0.07
	5.16	1.03	0.89	17.94
2. Глины и песка	93.67	98.65	98.66*	79.02

№ 1 представляет плотный песок;
№ 2 » песок, только что разбитый;
№ 3 » чистый сыпучий песок;
№ 4 » плотный слой с глубины около 4 футов, соответствующий слою alios.

Все эти образцы взяты на расстоянии около 100 фут. один от другого.

Для закрепления летучих песков их обыкновенно засаживают лесом, но в южных местностях, как, напр., при устьях Днепра, на песках, анализы которых приведены выше, с успехом начинают разводить виноград, который на таких почвах, как известно, не подвергается нападению филлоксеры.

* При анализе по способу Шлезинга в почвах № 2 и 3 глины не найдено.

6. Северные земли

Почвы северной области России (нечерноземной) не могут быть подведены под такие же определенные, ясно различимые типы. Здесь мы встречаемся со всевозможными почвами, начиная от тяжелой глины до сыпучего песка, — от почв, не содержащих в себе крупных камней, до таких каменистых земель, обработка которых становится возможною только после выборки и свозки камня. Очевидно, что причиною этого служит то обстоятельство, что моренные отложения бывшего здесь ледника или совсем не подвергались сортировке, или же мелкие продукты этих отложений относились на недалекие расстояния только водою. Местами почвою служат здесь видоизмененные выветриванием отложения более древних пород.

По сравнению с почвами южной области почвы северные более грубо зернисты или, по крайней мере в большинстве случаев, содержат значительную примесь крупного песка, гравия и различных размеров валуны. В прежнее время вся эта область сплошь занята была лесом; были ли где здесь местами безлесные пространства — до сих пор не известно, но если они и были (что мало вероятно), то в небольших размерах и изредка. Поэтому северные почвы отличаются от южных еще тем важным признаком. что в них органических веществ вообще очень мало, так как в лесных почвах органические вещества никогда не накопляются в значительном количестве. Накопление органических веществ в этой области происходило только местами, в низинах, при избытке воды, но органические вещества при этом, как известно, накопляются не в массе первоначальной почвы, а на ее поверхности, образуя резко обособленный слой торфа. Растительные остатки таких отложений обыкновенно сохраняют строение тех растений, из которых они произошли, так как под водою, или вообще при ее избытке, они не измельчаются мелкими животными. Отложения торфа во многих местах точно так же эксплоатируются, как почвы. Близ рек и в северной области часто рас-

положены песчаные почвы, ничем не отличающиеся от описанных выше.

При всем разнообразии северных почв между ними всеми есть сходство в одном отношении: вследствие того, что все они были под лесом, в верхнем их слое произошли однородные изменения, в особенности ясно заметные, когда почва только что распахивается после вырубки леса. Изменения эти состоят в том, что почти все северные почвы в большей или меньшей степени имеют характер подзола. Типические подзолы, как показывает их название, по цвету представляют большое сходство с золою: они такого же светлосерого цвета. При изменении в еще большей степени подзол получает совершенно белый цвет и, только что вспаханный, издали может быть принят за мел. Такие почвы в северной России носят название беляка или белуна; местами их называют лудою.

Наиболее характерные подзолы состоят обыкновенно из частиц очень мелких подобно лёссу, но частицы эти составляют главным образом кварцевый песок. Мелкость частиц не есть, однако, непременная принадлежность подзола, так как встречаются подзолистые почвы, состоящие из довольно крупного песка или содержащие большое количество такого песка. Мелкозернистость почвы обусловливает только большую медленность в переходе подзола в земли обыкновенные и наоборот. Это и составляет причину, почему мелкозернистые почвы носят название подзолов по преимуществу. При осмотре простым глазом в таких почвах, особенно в белых, нельзя заметить органических веществ; но если их промыть аммиаком, то полученный раствор, сперва бесцветный, быстро темнеет на воздухе и получает темнобурый цвет, характерный для гуминовых веществ: ясное доказательство, что в подзолах содержится креновая кислота (или ее соединения), щелочные соли которой легко окисляются на воздухе, образуя апокреновые соли темного цвета.

Таким образом, все северные почвы, очевидно, подвергались таким же изменениям, как и серые лесные земли в черноземной полосе, и в зависимости от тех же самых причин.

Промывание почв водными растворами креновой кислоты на севере происходило, однако, с большею силою, вследствие большей проницаемости северных почв для воды и вследствие меньшей сухости северного климата. Результаты процесса выражаются здесь с большею резкостью еще и потому, что в северных почвах с самого начала содержалось меньше цеолитных веществ, чем в черноземе, так что даже при одинаковом процессе из северных почв может быть выщелочена значительно бóльшая часть их.

Более сильное выщелачивание на севере выражается более сильным изменением подпочвы; в серых лесных землях выщелачивание верхнего слоя повело к образованию плотного комковатого слоя на некоторой глубине, в северных же почвах взамен этого образовался настоящий alios — местами в виде сплошного слоя, местами в виде отдельных стяжений различной величины; очень часто alios выражается только некоторым уплотнением почвы на глубине.

Чтобы показать разницу между подзолом и образовавшимися под ним стяжениями, приводятся следующие анализы из Смоленской и Гродненской губерний.

	Смоленской губернии			Гродненской губернии			
	почва 1	почва 2	стяжения под ними	1-й слой	следующий за ним	на еще большей глубине	под ним
Гигроскопической воды	1.79%	0.83%	3.16%	2.42%	0.45%	0.31%	0.91%
В сухой почве:							
перегноя	—	—	—	—	0.16	0.25	0.10
химически соединенной воды	—	—	—	—	1.18	0.44	1.54
Потеря при прокаливании	5.65	3.68	4.78	21.05	1.34	0.69	1.64

Продолжение

	Смоленской губернии			Гродненской губернии			
	почва 1	почва 2	стяжения под ними	1-й слой	следующий за ним	на еще большей глубине	под ним
Минеральных веществ	94.35%	96.32%	95.22%	78.95%	98.66%	99.31%	98.36%
Из них:							
1. Цеолитных веществ:							
кремнезема	4.68	5.51	4.90	3.97	2.28	1.14	2.99
глинозема	4.64 [с окисью железа]	4.58 [с окисью железа]	14.35 [с окисью железа]	0.84	0.69	0.66	1.74
окиси железа				0.31	0.26	0.34	0.73
» марганца	0.11	0.04	0.08	0.04	0.01	0.01	0.02
извести	0.22	0.25	0.16	0.32	0.06	0.05	0.17
магнезии	0.33	0.36	0.32	0.03	0.04	0.03	0.11
кали	0.20	0.23	0.30	0.07	0.02	0.02	0.12
натра	0.04	0.04	0.03	0.05	0.01	0.02	0.05
фосфорной кислоты	0.12	0.08	0.01	0.12	0.05	0.03	0.05
серной кислоты	0.01	0.01	Следы [в колонках 3–7]				
	10.35	11.10	20.15	5.75	3.42	2.30	5.98
2. Глины и песка	83.68	84.90	75.08	73.31	95.33	97.07	93.09

Что таково именно происхождение подзола — в этом легко убедиться во многих случаях, когда вырубается лес и почва несколько лет обрабатывается для посевов, а затем посев прекращается, поле забрасывается и снова зарастает лесом. В этих случаях почва, бывшая под лесом белою или пепельносерою, принимает после нескольких лет распашки цвет обыкновенного суглинка, а зарастая опять лесом, снова получает свой прежний цвет, как, напр., почвы Смоленской губ., указанные в предыдущей таблице. Такие изменения как в ту, так и в другую

сторону происходят гораздо медленнее в почвах, мало проницаемых для воды. Такие почвы даже и под лесом оказываются иногда сравнительно мало измененными; но если в них изменение уже произошло, то они очень долго сохраняют характер подзола. Промывание кислыми растворами креновой кислоты ведет к обеднению почв цеолитными веществами и, следовательно, уменьшает их плодородие. Типические подзолы в самом деле отличаются весьма малою производительностью, даже в тех случаях, когда они образуются из глинистых земель. На северо-востоке России, где слой подзола, или, по местному названию, луды, образовался на пермско-триасовых глинах, у крестьян существует поговорка: «где луда — там нужда», совершенно соответствующая действительности. При долгой культуре и постоянном удобрении навозом подзолистые земли становятся более плодородными и способны производить клевер; на подзолах, только что расчищенных из-под леса, клевер растет крайне плохо от недостатка в почве калиевых солей в форме, пригодной для питания растений. Одной из характерных особенностей подзолов служит состояние в них фосфора; многие подзолы содержат достаточное количество этого вещества; но фосфор находится в подзоле почти исключительно в виде органических соединений и не может служить для питания растений.

Вследствие сравнительно малого плодородия северных земель посевы на них невозможны без удобрения; при малочисленности населения и по неимению хороших лугов и пастбищ количество скота здесь недостаточно для того, чтобы удобрение навозом было возможным при обширных посевах. Поэтому в северной России вообще пахотные земли составляют незначительную часть всей площади. Употребление искусственных удобрений оказалось невозможным вследствие дешевых цен на хлеб. Только в последнее время найдено средство для увеличения площади посевов без увеличения количества скота: оказалось, что распашка так называемых пустошей (лесных земель, бывших под распашкою и не заросших лесом)

при употреблении сырой фосфоритной муки (шесть пудов фосфорной кислоты на десятину) дает весьма хорошие урожаи ржи, такие же, как и при употреблении навоза. Разведение клевера точно так же оказывается очень выгодным при удобрении почвы каинитом. Возможность разводить на подзолах клевер решает вопрос и о снабжении этих земель дешевым азотом. Результаты эти получены, однако, только в недавнее время проф. Энгельгардтом, и указанный способ не получил еще распространения. Что касается обработки северных земель, то к ней могут применяться все правила, указываемые для северной Германии.

7. Виноградные почвы Крыма и Кавказа

Все предыдущее относится к почвам, находящимся в сельскохозяйственном пользовании и занимающим всю равнину Европейской России. На крайнем юге России, в Крыму и на Кавказе, виноградарство ведется, однако, на почвах особого рода, не подходящих к тем, какие описаны выше. На южном берегу Крыма виноградники расположены, главным образом, на почвах из глинистого сланца (шифера) юрской системы. Под виноградники разрабатывается иногда плотный, не выветрившийся шифер, причем почвенный слой образуется каменистый, состоящий из плотных кусков, величиною от ореха до кулака и более. Куски эти на воздухе быстро распадаются и в конце концов образуют плотный суглинок. Иногда пользуются готовым уже суглинком из того же шифера, снесенным с более высоких горных склонов. Местами к этому суглинку примешивается углекислая известь в мелко раздробленном состоянии, точно так же смываемая с гор.

Как шифер, так и суглинок, из него образовавшийся, представляют почву, очень бедную всеми вообще питательными веществами; особенно замечательно, что в шифере и суглинке из него содержится много свободной окиси железа, а фосфорная кислота находится в виде фосфорнокислой окиси железа и потому почти бесполезна для растений. В суглинках с при-

месью углекислой извести питательные вещества, напротив, находятся в изобилии, очевидно вследствие выветривания составных частей шифера под влиянием углекислой извести. Такие суглинки по своему химическому составу сходны с лёссом и невольно наводят на мысль, что всем известное плодородие лёсса обусловливается тем, что составные его части претерпели сильное выветривание вследствие содержания в нем углекислой извести. Прилагаемая таблица может служить подтверждением сказанному.

Почва виноградников Южного берега Крыма

	1	2	3	4	5	6	7	8
	процентов							
Гигроскопической воды	1.78	0.40	2.51	2.52	2.12	3.38	2.30	3.64
Перегноя	0.69	0.31	0.60	0.74	0.50	1.28	0.64	1.78
Химически соединенной воды	2.97	1.42	3.27	3.44	2.84	3.52	2.37	3.40
Минеральных веществ	94.97	98.14	94.23	93.24	94.59	91.96	94.91	90.84
1. Цеолитных веществ:								
кремнезема	5.81	3.27	5.22	8.55	4.02	14.93	13.70	14.35
глинозема	4.30	2.28				6.61	4.69	7.08
окиси железа . .	1.40	1.00				7.73	8.81	6.51
» марганца .	0.05	0.10	0.03	0.10	0.38	0.24	0.12	0.08
извести	0.34	0.26	0.22	0.42	0.46	1.19	1.07	0.05
магнезии	1.15	0.52	1.06	1.01	1.09	1.28	1.47	1.23
кали	0.44	0.08	0.52	0.48	0.56	1.51	1.38	1.32
натра	0.11	0.04	0.15	0.11	0.17	0.20	0.30	0.25
фосфорной кислоты	0.13	0.07	0.12	0.12	0.13	0.09	0.11	0.10
серной »	0.03	0.21	0.03	0.04	0.04	0.05	0.02	0.07
	13.76	7.83	13.00	20.51	10.95	33.83	31.67	32.04

Продолжение

	1	2	3	4	5	6	7	8
	процентов							
2. Свободной окиси железа	4.20	5.26	4.12	2.25	6.25	—	—	—
3. Углекислой извести	0.09	2.50	0.05	0.07	0.20	14.98	4.30	21.82
» магнезии	—	1.70	—	—	—	—	—	—
4. Глины и песка . . .	76.74	80.85	77.06	70.41	77.19	43.15	58.94	36.98

1 и 2 — не выветрившийся шифер;
3 и 4 — шифер, давно засаженный виноградом;
5 — суглинок из шифера;
6, 7, 8 — суглинок из шифера, смешанный с углекислою известью.

По северному берегу Черного моря, при подошве и на склонах Кавказского хребта виноградники расположены, главным образом, на известковом сланце, который точно так же быстро распадается на воздухе и потому носит название т р е с к у н а.

В Закавказье почвы под виноградниками весьма разнообразны; они представляют обыкновенно наносы с гор, и состав их зависит от горных пород, составляющих соседние горы, и от быстроты водных потоков, образовавших наносы. Иногда они подобны по своим признакам лёссу, иногда же состоят из крупного щебня и галек с небольшим количеством мелкозема; некоторые из них содержат значительное количество углекислой извести, в других почти нет этого вещества.

В Дагестане почвою для виноградников служит главным образом лёссовидный суглинок, очень плодородный. Прилагаемая таблица показывает состав почв из некоторых виноградников Кавказа.

Почва кавказских виноградников

	1	2	3	4	5	6
	п р о ц е н т о в					
Гигроскопической воды	0.04	0.57	2.94	3.08	5.89	4.48
Перегноя	0.48	0.14	1.36	2.80	1.75	2.20
Химически соединенной воды . .	2.37	2.91	2.76	3.62	2.95	4.21
Минеральных веществ	96.21	96.38	92.94	90.50	89.41	89.11
1 Цеолитных веществ:						
кремнезема	4.74	1.67	17.55	14.92	14.91	17.32
глинозема	0.66	1.15	7.30	10.59	9.90	7.02
окиси железа	1.57	0.57	3.59	7.27	5.51	7.77
» марганца	Следы	0.12	0.40	0.20	0.36	0.10
извести	0.33	0.14	0.51	0.35	0.81	0.83
магнезии	0.57	0.32	1.07	1.82	1.41	1.00
кали	0.38	0.19	1.00	1.03	1.16	1.44
натра	0.07	0.06	0.12	0.13	0.10	0.21
фосфорной кислоты	0.07	0.07	0.15	0.13	0.09	0.17
серной »	0.40	0.03	0.04	0.05	0.03	0.14
	8.79	4.32	31.74	36.40	34.28	35.79
2. Углекислой извести	61.83	80.93	11.41	0.45	3.20	9.59
» магнезии	—	—	—	—	—	1.05
3. Глины и песка	25.60	11.13	50.09	53.56	52.03	43.25

1 и 2 — образцы известкового сланца (трескуна) из Абрау, близ Новороссийска;

3, 4 и 5 — образцы почвы из виноградников Кахетии;

6 — лёссовидный суглинок из виноградников близ Дербента.

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ



ИЗ СТЕПНОЙ ПОЛОСЫ ВОРОНЕЖСКОЙ И ХАРЬКОВСКОЙ ГУБЕРНИЙ /НАБЛЮДЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ НАД ПОЧВОЮ И РАСТЕНИЯМИ/

ОЧЕРКИ ЗАЛЕЖНОГО СТЕПНОГО ХОЗЯЙСТВА



Печатается по тексту, опубликованному в журнале «Сельское хозяйство и лесоводство», июль и август 1881

ОЧЕРКИ ЗАЛЕЖНОГО СТЕПНОГО ХОЗЯЙСТВА*

Можно думать — и многие действительно так думают, что залежное хозяйство представляет самую простую систему, при которой хозяин и без научных познаний может вести дело хорошо, так как система эта возникла очень давно, когда никаких научных знаний хозяева не имели, и в сущности осталась неизменною до настоящего времени. Такое мнение имеет за себя некоторые основания только для случаев, когда земли у хозяина громадный избыток; в этом случае хозяин, выпахавши один участок, переходит на другой, совсем не заботясь о том, что сделается с первым, и т. д. Но при уменьшении количества свободных земель хозяин не может оставаться безучастным к земле выпаханной и оставляемой в залежь, потому что приходится пользоваться и ею. Из этого возникла необходимость наблюдать, что делается с залежью, какие растения появляются на ней сперва, какими заменяются они потом, и т. д., — все для того, чтобы определить, нельзя ли вести дело так, чтобы на залежи произрастали преимущественно травы, полезные для хозяйства, и возможно меньше было бы таких, которые для хозяйства совсем не нужны.

---

* Под этим заглавием я предполагаю дать ряд статей о залежном хозяйстве, о травосеянии в степях и о разведении Bromus inermis, об иле реки Дона, о солонцах черноземной полосы и о местных условиях, влияющих на образование чернозема. *П. Костычев.*[1]

Степные хозяйства давно уже знают многое относительно условий, способствующих появлению таких или иных растений на залежах в разное время; но в литературе нашей только шестнадцать лет тому назад появилась статья г. Л. Черняева («Сельское хозяйство и лесоводство», 1865, январь), в которой впервые, сколько мне известно, описано чередование различных трав на залогах разной старости. Статья г. Черняева при ее краткости весьма обстоятельна, и в ней есть много указаний, что чередование растений на залогах не всегда бывает одинаково и что хозяин, употребляя различные меры, может вызвать появление разных растений на залогах; несмотря на это, у многих лиц составилось убеждение, что на молодом залоге появляется сперва всегда бурьян, после него залог покрывается пыреем, через несколько лет после него залог зарастает уже травами плотной степи — овечьим типцом, тонконогом и, наконец, ковылем.

В 1875 г. в журнале «Русское сельское хозяйство» помещена статья г. Филипченко под заглавием «Степное пастбище», в которой точно так же рассматривается последовательность в появлении разных трав на залогах различной старости и указываются некоторые средства, какими можно на них вызвать появление желательной для хозяина растительности. Затем в следующем, 1876 г. вышла в свет весьма важная для степных хозяев книга г. Павловича «О кормовых травах, дикорастущих и возделываемых в Украине». В ней хотя и нет особой главы о смене одних трав другими на землях разной плотности, а описаны различные кормовые травы, каждая в отдельности, но, изучая внимательно эту книгу, можно извлечь из нее много чрезвычайно ценных указаний относительно залежного хозяйства. Из статьи Филипченко и из книги г. Павловича, так же как и из статьи г. Черняева, можно убедиться, что степное залежное хозяйство совсем не так просто, как можно думать, не видевши его, и что во многих отношениях необходимо тщательное изучение его, так как оно может значительно улучшиться и сделаться более выгодным, чем теперь.

«Я твердо убежден в том, — говорит г. Филипченко, — что наша степь, несмотря на свой сухой климат, принадлежит к сторонам, особенно благоприятным развитию скотоводства вообще и к пастбищному откармливанию животных в особенности; в этом отношении ни северная, ни средняя Россия не могут быть с нею сравниваемы, и никогда эти части империи не в состоянии будут конкурировать со степью в этих промыслах, если только степь своевременно будет надлежащим образом всесторонне исследована, если она в разнообразных проявлениях своих будет описана и освещена научными объяснениями и если к изменению степного хозяйства сообразно изменяющимся экономическим условиям степи будет приложено научное знание».

«Не одно степное пастбище, — говорит тот же автор в заключение своей статьи, — но и почти все остальные элементы степного хозяйства представляют собою ряд явлений, никем не описанных, никем не констатированных, никем не исследованных и не объясненных, и это безучастие исследователей и наблюдателей к интересам степи вообще тем более непонятно, что степь разнообразием всех отраслей ее хозяйства представляет столь интересную и поучительную картину, какую не может представить исследователю ни одно из хозяйств остальных полос империи».

Весною и настоящим летом мне пришлось видеть наши степи в Воронежской и Харьковской губерниях; я имел возможность наблюдать, что с ними делается после распахивания, каковы бывают в разных случаях залоги после прекращения пахоты и как они мало-помалу опять превращаются в степь. При этом более 50000 десятин никогда не паханных степей, разных залогов и пахоты различных лет осмотрено мною очень подробно, так что если оказывалось нужным, я возвращался на один участок по нескольку раз, для лучшего сравнения его с другими, и ходил всюду пешком, потому что при проезде можно упустить из виду много особенностей, весьма интересных. Все виденное мною привело меня к убеждению, что степное

залежное хозяйство имеет своеобразную привлекательность, только ему одному присущую. В хозяйствах более интенсивных сорные травы и другие неблагоприятные для культурных растений условия устраняются с помощью искусственных мер; в залежном хозяйстве приходится взамен этого пользоваться конкуренциею между дикими растениями и различными естественными условиями: хозяин здесь обрабатывает почву известным образом, между прочим, и для того, чтобы у него на залежах одни дикие растения взяли верх над другими; он начинает снова пахать землю, когда с ее поверхности исчезнут опасные для культурных растений травы и заменятся другими, которые на распаханных местах не разрастаются и, следовательно, не могут мешать произрастанию возделываемых растений, и т. д. Поэтому степной хозяин должен обладать такими сведениями, при неимении которых хозяева других местностей могут обходиться без особенного вреда для себя; главным же образом при залежном хозяйстве необходимо хорошо ознакомиться с дикою растительностью своей местности, с ее свойствами и потребностями. Необходимость познаний такого рода видна, между прочим, из того, что крестьяне степных мест знают свои травы гораздо лучше, чем крестьяне других местностей свои травы. При хорошем познании окружающей растительности хозяин по произволу может управлять ею, вызывая появление на залогах таких растений, в разных случаях различных, которые для его хозяйства наиболее полезны.

Неполнота наших сведений о степных местностях побуждает меня сообщить результаты моих наблюдений, произведенных на месте, и исследований, которые отчасти производятся, отчасти будут произведены здесь над материалами, собранными в тех местах, где я был.

I

Лица, не видавшие степей, склонны представлять их себе довольно однообразными по растительности (по крайней мере так было со мною); но достаточно одного взгляда на степь,

чтобы разубедиться в этом. Я, напротив, нигде в более северных местностях не видел такого разнообразия растений, как на степях Воронежской и Харьковской губерний.

Основной фон степной растительности на возвышенных местах — почти исключительно три злака: типец (Festuca ovina), тонконог (Koeleria cristata) и ковыль (Stipa pennata).* В некоторых местах к ним присоединяется еще высокорослый костер (Bromus erectus), но он произрастает в значительных количествах (и даже иногда преобладает над другими злаками) в немногих виденных мною местах, большею частью не очень высоких по положению.

Упомянутые выше первые три злака растут или в смеси между собою, или какой-нибудь один из них вытесняет другие, так что можно встретить несколько десятин чистого ковыля, чистого типца или чистого тонконога. Bromus erectus один никогда не растет.

В местах низменных, напр. в широких, сплошь покрытых дерном, оврагах и ложбинах, все эти злаки вытесняются обыкновенным мятликом (Poa pratensis), одним или в смеси с высокой овсяницей (Festuca elatior); типец, тонконог и ковыль хотя попадаются и здесь, но единичными кустами и в небольшом количестве.

---

* Относительно волосистого ковыля (Stipa capillata) я ничего не могу сказать, потому что он поздно выбрасывает метелки и потому нельзя было отличить его. Что касается других степных злаков, то в первое время я не мог разобрать, какая трава зовется местными жителями тонконогом и какая типцом (в Воронежской губ. «кипец»), и только потом окончательно убедился, что название «типец» прилагается *исключительно к одним листьям* Festuca ovina, образующим весьма характерные густые зеленые щетинистые пучки, появляющиеся очень рано весною. «Тонконогом» (в Воронежской губ. «метличка») называются безразлично стебли Festuca ovina и Koeleria cristata. Многие местные жители знают, что тонконог растет из типца (как объяснил мне один крестьянин), когда типцу нужно делать семена. Во избежание сбивчивости и по примеру других, я везде типцом называю Festuca ovina, а тонконогом — Koeleria cristata.

Типец, тонконог и ковыль суть злаки многолетние, кустистые; каждый из них образует широкий куст вроде плоской круглой кочки с весьма плотным пучком листьев и необычайно глубокими корнями; корни ковыля, напр., я имел случай прослеживать — в виде большой густой мочки — до глубины полутора аршин на очень плотном глинистом черноземе. Вследствие такого роста этих злаков их кусты не могут занять сплошь всей площади почвы; даже если в некоторых местах края кустов соприкасаются, то между каждыми четырьмя кустами остается незанятым четырехугольник с вогнутыми внутрь сторонами, представляя несколько кружков, касающихся один другого. Но обыкновенно кусты типца, тонконога и ковыля находятся в некотором расстоянии один от другого, а от этого площадь не занятой ими земли становится довольно значительною. При ходьбе по степи пешком нога постоянно соскальзывает с плотных кустов злаков в промежутки между ними.

Все пространства между кустами тонконога, типца и ковыля заняты растениями, придающими степи необыкновенную пестроту и разнообразие. Кусты злаков остаются постоянно в течение целого лета и только желтеют во время засух, а между ними постоянно появляются и довольно быстро отцветают разные травы из других семейств. Поэтому степь всегда пестреет самыми причудливыми сочетаниями цветов; но некоторые травы по временам и местами являются в преобладающем количестве. В начале мая, напр., степь местами, если посмотреть на нее пригнувшись немного, представляется яркомалиновою от крупных цветов узколистного пиона (Paeonia tenuifolia, — «алый цвет» в Воронежской, «воронец» в Харьковской губ.); почти в то же время, или вслед затем, она местами яркожелтая от цветов Senecio vernalis, а если нагнуться еще ниже — те же места окажутся фиолетовыми от цветов Veronica sp.? Позднее на ней являются высокорослые шалфеи (Salvia nutans [бабки] и S. pratensis), много молочая (Euphorbia), разные виды астрагала, Trifolium alpestre, вязель (Coronilla varia); после них Melampyrum arvense, разные виды василька

с красными и желтыми цветами, скабиозы и т. д. Кроме этих, конечно, появляется множество растений в меньшем количестве, — одним словом, степь постоянно меняет свои цвета и их разнообразные сочетания.*

Почва степей, как всем известно, необычайно плотна даже в тех случаях, когда в ней много песку. Весною, однако, она размокает до значительной глубины; если тогда по ней ходит крупный скот (в особенности рогатый), то ноги его погружаются довольно глубоко, и между кочками степных злаков остаются после этого ямки, глубиною иногда до $1^1/_2$ вершков. После такого размокания и разбухания,** при однообразном строении и плотности почвы с глубины и до верха, она высыхает и ссыхается вся равномерно; от этого впоследствии в сухое время года на ней если и образуются трещины, то сравнительно неширокие, идущие вниз, постепенно суживаясь, тогда как на залогах трещины совсем иные.

При распахивании степей — что можно делать только плугом в несколько пар волов — дерн оборачивается книзу, и по пласту сеют обыкновенно наиболее дорогие растения. В первые годы, как известно, поднятая почва отличается наибольшим плодородием, но потом — в местах, виденных мною, через четыре уже года — урожайность ее значительно падает, и затем уже, при одинаковой обработке и других равных условиях, почва довольно долго может давать почти одинаковые урожаи. В объяснение плодородия новей приводят

---

* Список растений, найденных мною на степях и залогах, с краткими замечаниями о некоторых из них будет приведен мною впоследствии.

** Сухая плотная почва, даже чистый, очень мелкий кварц, при пропитывании водою, разбухает с необычайною силою, так что разрывает очень прочные сосуды. Разбухание, очевидно, происходит вследствие того, что вода, притягиваясь твердыми частицами почвы, вдвигается между ними и увеличивает расстояние их одной от другой — подобно тому, как в органических веществах. Об этом предмете я буду говорить в особой статье, где будут приведены и относящиеся сюда опыты, до настоящего времени еще не вполне законченные мною.

обыкновенно две причины: 1) оставаясь долгое время в покое, почва, как говорят, при произрастании на ней трав с глубокими корнями обогащается в верхнем слое, где потом будут развиваться корни культурных растений, питательными веществами на счет нижних слоев; 2) на новях между культурными растениями не появляется сорных трав. Последнее действительно справедливо: отсутствие сорных трав на посевах по нови весьма резко бросается в глаза при сравнении с посевами на старой пахоте. На новях, если пахота была удовлетворительна, весьма редко можно видеть сорные травы, да и то преимущественно только кусты злаков на неперевернутых местами частях пластов.

Что касается первой причины, то я не могу придавать ей того значения, какое обыкновенно приписывается ей; чернозем не может в значительной степени истощиться в какие-нибудь четыре или пять лет. Роскошное развитие сорных растений на старой пахоте и урожаи культурных растений при благоприятной погоде показывают, что в почве, паханной пять-шесть лет, содержится вполне достаточный для роскошного развития растений запас питательных веществ.

По моему мнению, плодородие нови объясняется совершенно иною причиною: достаточно рассмотреть хорошенько пласты, чтобы убедиться в особенном *механическом строении* почвы на новях, резко отличающемся от строения почвы на пашнях более старых.

Если взять в руки кусок пласта в середине лета на первый год посева по поднятой нови, то даже при значительной величине его он не разламывается; если, взявши его в одну руку, сильно ударить его острым краем лопаты (лопата со мною была очень острая, стальная), то он не разрубается при этом, и лопата или соскальзывает с него, или углубляется в него незначительно. При такой связности больших частей пласта они не представляют цельных больших комьев, но состоят из одних только мелких комочков — величиною, по большей части, от чечевицы до крупной горошины; все эти комочки

связаны между собою по всевозможным направлениям — вроде бус — нитями корней бывших степных злаков; корни в такой степени еще крепки в это время, что иные из них с трудом можно перервать. Листья и стебли бывшей степной растительности на обороченной вниз стороне пласта в это время обыкновенно уже настолько перегнивают, что их легко можно растирать между пальцами.

Такое строение пластов в высшей степени благоприятно для посеянных на нови растений. Пласт вследствие значительной плотности отдельных его комочков остается сверху всегда рыхлым (что я наблюдал во всех виденных мною случаях) даже после очень сильных дождей; дожди не могут разбить или размочить отдельных, очень плотных комочков, составляющих пласт, тогда как те же дожди на мягких землях образуют порядочную корку. От этого влага в нижней части пласта держится долее, внутренность пласта всегда доступна атмосферному кислороду, а земля тотчас же под пластом постоянно остается сырою; на нетронутой целине или на мягкой земле влагу можно заметить наглаз или наощупь не иначе, как в более глубоких слоях.

Такое строение почвы только и может быть на новях; никакие меры ни при каких условиях не могут придать мягкой земле такого строения, так как в подобной земле отдельные комочки никогда не могут быть так прочны, как на нови, и потому даже при лучшей обработке мягкая земля после сильного дождя образует корку, чего на нови не бывает; поэтому состояние нови вполне соответствует идеальному требованию относительно конечного результата механической обработки почвы, т. е. относительно того, чтобы весь пахотный слой, начиная с поверхности его, оставался постоянно рыхлым.

Подобное строение почвы в значительной степени сохраняется и на следующий (второй) год посева по обороченному пласту; в это время однако корни бывших степных растений делаются уже трухлыми, пласт легко разрубается лопатою, и, пробуя, насколько связаны между собою отдельные комочки

пласта, легко убедиться, что даже легкая борона следа в 3 может вполне разбить поверхность пласта; между отдельными комками в это время находится уже заметное количество мелкой земли, которая после дождей местами сливается и залепляет промежутки между отдельными комочками. На третий год изменение идет дальше, а на четвертый, большею частью на пятый (на почвах, которые я видел), в некоторых же случаях и на шестой год нельзя уже отличить недавнюю новь от давнишней мягкой пахоты, — по крайней мере при старательных и многократных сравнениях мне не удалось найти никаких отличительных признаков между этими пашнями.

Со второго года пахоты начинают между хлебами поселяться сорные травы, и притом те именно травы, которые на степи растут на голых местах между кустами ковыля, типца и тонконога, за исключением редких случаев, когда сорные травы бывают высеяны вместе с семенами хлебного растения. Сорные травы на второй год уже сильно засоряют поля, но в еще большем количестве являются на третий и следующие годы. Уменьшение урожаев вследствие изменения в физических свойствах почвы * и обилие сорных трав, для уничтожения (выпалывания) которых требуется большое количество труда или особенно тщательная обработка почвы, в степных местах необычная, заставляют хозяина пускать землю в залежь; таким образом вместо степи и пашни является *залог*.**

II

На залогах и пашнях почва (если рассматривать ее всю, а не один пахотный слой) имеет неодинаковое строение в верх-

---

* Что это действительно так, можно видеть из того, что уменьшение урожаев идет строго параллельно с изменением строения нови и останавливается, когда в строении дальнейших перемен более не происходит.

** Запущенные из-под пахоты земли носят в посещенных мною местностях название залогов или (реже) облогов; так как общеупотребительного в литературе названия «перелог» я нигде не слышал, то, сообразно местной степной терминологии, употребляю преимущественно слово «залог».

нем и нижнем слоях, между тем как степная почва отличается однообразным строением и одинаковою плотностью во всех слоях. Вследствие этого высыхание почвы в обоих случаях происходит неодинаково и сопровождается разными явлениями.

В степной почве передача воды из одного слоя в другой совершается беспрепятственно, и потому не может никогда быть таких случаев (за исключением времени вскоре за дождем), чтобы два рядом лежащих слоя при одинаковом составе содержали заметно различные количества влажности. Если какой-либо слой степной почвы высыхает, то в него по мере высыхания движется вода из соседних слоев, и от этого во всей почве содержание влажности весьма медленно повышается по мере углубления; глубина корневой системы у степных растений еще более способствует равномерному высыханию почвы, так как корни поглощают воду из слоев разной глубины, и притом из слоев более влажных в большем количестве на одинаковое число деятельных корневых мочек. Вследствие всего этого, как уже указано выше, разбухшая весною степная почва ссыхается потом на всей глубине равномерно. Если во время сильных жаров почва на степи иногда и трескается, то трещины эти никогда не могут быть широки; для образования трещин почва между ними должна быстро сжаться, между тем в степи вследствие постепенности высыхания почва во всей ее массе настолько стягивается, что дальнейшее сжатие ее не может быть значительным. Трещины на степной почве идут в глубину, постепенно суживаясь, по мере увеличения влажности в нижних слоях, т. е. по мере меньшего их сжатия.

На залогах и пашнях дело происходит иначе. Там сверху лежит рыхлый слой на слоях очень плотных; так как в рыхлом слое капиллярные промежутки между частицами шире, чем в нижних плотных слоях, то передача воды из нижних слоев в верхние не может происходить здесь беспрепятственно: верхний слой высыхает независимо от слоев нижних, так как не получает из них или получает очень мало воды; нижние слои, несмотря на сухость верхнего, остаются довольно влаж-

ными сравнительно с такими же слоями степной почвы. По всему этому и сжатие (ссыхание) верхних слоев на пашнях и залогах происходит вне связи с нижними слоями, независимо от них, и так как без притока воды снизу высыхание здесь происходит сравнительно быстрее, то верхний слой дает крупные трещины, площадь которых иногда только вчетверо меньше площади, занятой твердыми частями почвы,*, т. е. сжатие почвы доходит иногда до 20% ее объема. Трещины эти, при их значительной ширине, однако, не глубоки и доходят только до плотного, не тронутого плугом слоя, имея как вверху, так и внизу почти одинаковую ширину. Если в трещину запустить лопату и нагнуть ее, то обыкновенно весь кусок почвы, лежащий между трещинами, легко отделяется от нижних плотных слоев, так что отсутствие тесной связи между этими слоями становится очевидным. На почвах плотных, долго сохраняющих свое строение, я находил такое отсутствие связи между верхними и нижними слоями даже на 6- и 7-летних залогах; на почвах со значительной примесью песку, напротив, слияние этих слоев происходит быстрее, и я находил на таких почвах 7—8-летние залоги, у которых нижняя часть бывшего пахотного слоя по крайней мере уже до 1/3 слилась с плотными слоями, не тронутыми плугом.

Вообще возврат почвы из состояния пашни к состоянию степи начинается с нижних частей бывшего пахотного слоя; нижние части его начинают сливаться с непосредственно под ними находящимися частями не тронутого плугом слоя, между тем как поверхностный слой остается еще рыхлым; в промежуточных слоях между ними плотность увеличивается постепенно по мере углубления. В этом случае трещины в почвах хотя и доходят до нетронутого слоя, но отличаются от трещин

* Для определения площади трещин я, срезавши траву, снимал очертания их на прозрачный коленкор и затем измерял (в одном масштабе) их величину и величину площадей, ограниченных трещинами, подобно тому как измеряются на планах площади, ограниченные кривыми линиями.

на молодых залогах тем, что быстро суживаются по мере углубления.

Трещины на залогах, повидимому, играют весьма важную роль при слиянии верхнего слоя с плотными нижними. Если аккуратно снять несколько кусков верхнего истрескавшегося слоя вплоть до плотного, бывшего подпахотного слоя, то на последнем видны будут отпечатки всех трещин в виде более или менее высоких валиков, очень плотных, повидимому, вполне слившихся с плотными нижними слоями почвы. Очевидно, валики эти образовались из земли, падавшей в трещины с их краев. Такое западание почвы может обусловливаться другими причинами: 1) морозами и 2) дождями.

Так как действие морозов на почвы до сих пор нигде не изложено как следует, то я должен сделать здесь хотя самый краткий очерк этого действия.

Из исследования г. Фадеева мы знаем, что от морозов земля сжимается, как при высыхании. Но при этом исследовании на мороз выставлялись небольшие куски почвы, и притом выставлялись так, что мороз действовал на них со всех сторон одинаково. Вследствие этого при сказанных опытах не могли обнаружиться все явления, наблюдаемые при замерзании почвы в действительности.*

На почву в ее естественном положении морозы действуют только сверху, причем земля, смотря по силе и продолжительности морозов, промерзает на бóльшую или меньшую глубину. Представим себе, что на почву действует не сильный, но довольно продолжительный мороз, от которого земля промерзает, напр., до глубины $1/4$ вершка. В этом случае сжатию от замерзания подвергается только этот верхний слой почвы; в нем образуется тогда система трещин совершенно так же, как при быстром высыхании его в жаркое время. Вслед за

* Нижеследующее изложение проверено мною неоднократными наблюдениями, для которых в особенности была благоприятна осень прошлого года, когда после наступления морозов долгое время очень удобно было следить за их действием на почву.

образованием трещин замерзший слой отстает от слоев ниже лежащих, в виде разной величины скорлупок, края которых приподняты, а середина углублена, — явление, опять вполне сходное с тем, какое бывает при засыхании слившейся от дождей верхней корки на поверхности почвы. Причины явления в обоих случаях те же самые, т. е. большее сжатие поверхности скорлупок: в одном случае — от мороза, в другом — от действия солнца и сухого воздуха. Нижняя сторона скорлупок, отщепляющихся от почвы при морозах, представляет границу, до которой простирается действие морозов; снявши скорлупку, мы можем видеть под нею целую щетку кристалликов льда, которые, в виде маленьких столбиков, подпирают скорлупки снизу; наблюдая за отщеплением скорлупок, можно заметить, что они приподнимаются с течением времени выше и выше, между тем столбики льда не обрываются, а соединяют скорлупку с нижними слоями, так что кристаллики льда растут — очевидно, в нижних частях вследствие притока воды снизу и скопления ее у центров кристаллизации. Если таким образом происходит замерзание почвы, образующей склон, напр., на откосах канав, на обрывистых берегах речек, на пластах после пахоты и т. п., то отщепившиеся скорлупки скатываются вниз, обнажают следующий слой почвы, с которым происходит то же самое, и т. д. На крутых обрывах оврагов, где снег долго не может закрыть почвы, вследствие такого процесса отщепления сваливается вниз иногда весьма большое количество земли, и берег становится как бы подкопанным, а снег, лежащий у подошвы обрыва, постоянно засыпается землей. При долгом бесснежии от той же причины сильно портятся откосы канав.

Свалившиеся скорлупки обыкновенно разбиваются на отдельные, более мелкие комочки, но не на отдельные частички почвы. Из всего сказанного очевидно, что мороз действует на почву, разделяя ее на отдельные куски, но каждый из таких кусков будет плотнее первоначальной, не тронутой морозом почвы.

Отщепление скорлупок почвы несомненно должно происходить в трещинах почвы на их стенках, так как в них условия для указанного выше действия мороза наиболее благоприятны: в трещинах, даже при сильном морозе, не может быть сильного промерзания сразу, и перемены холода не могут быть там так резки. Если морозы и оттепели осенью будут сменяться, то со стенок трещин свалится очень много земли, которая при дождях будет размокать и сливаться с нижними плотными слоями почвы.

Посредством дождевой воды точно так же в трещины скатится большое количество земли; если дождь настолько силен, что не успевает поглощаться почвою, то все очень мутные потоки, образующиеся на ее поверхности, сливаются в трещинах, размывая при этом их стенки. Земля, принесенная таким образом сверху, отлагается на дне трещин уже в виде очень плотного слоя, вполне сливаясь с размоченною при этом поверхностью бывшего подпахотного слоя.

Наконец, при всяком очень сильном дожде вода, проникая сравнительно легко сквозь верхний рыхлый слой, может застаиваться отчасти на поверхности нижнего плотного слоя, который представляет значительное препятствие для проникновения ее вглубь; застоявшаяся хотя не на долгое время вода непременно будет размачивать поверхность плотного слоя и нижнюю часть рыхлого, способствуя их слиянию.

Весною обыкновенно все верхние слои почвы размокают настолько. что трещины в них исчезают, наполняясь в значительной степени смытою в них, плотно осевшею землею. Затем, когда почва снова высохнет и растрескается, то трещины неизбежно должны образоваться уже на других местах, а не на тех, где они были в прошлом году, потому что на местах бывших трещин почва будет более плотна, а следовательно, не так легко может подвергаться разрыву. По этой причине трещины следующего года будут способствовать образованию плотного слоя уже на других местах, на следующий год опять на новых, и т. д. Принимая в расчет, что трещины составляют,

как указано выше, значительный процент всей площади почвы, мы должны признать, что влияние их на уплотнение почвы весьма важно.

Так как при всех указанных выше процессах плотный слой почвы образуется прежде всего в нижней части рыхлого, то уплотнение всего бывшего пахотного слоя, как уже сказано выше, начинается снизу и постепенно подвигается вверх, пока, наконец, не уплотнится весь верхний слой и не примет характера степной почвы. Уплотнение это совершается вообще весьма медленно; я по крайней мере видел мало примеров, чтобы уплотнение окончилось ранее 20 лет. На разных почвах оно происходит с различною скоростью: те почвы, которые прочно сохраняют свое строение (глинистые со значительным содержанием перегноя), не уплотняются долее других, тогда как почвы с большим содержанием песку (в особенности при малом содержании перегноя) уплотняются быстрее.

Все сказанное выше не значит, однако, что почва 20—25-летнего залога по плотности становится одинаковою с почвою никогда не паханной степи; в течение этого времени почва теряет только то строение, какое она имела во время пахоты, т. е. бывшие комья пашни в течение 20—25 лет уничтожаются и сливаются, вследствие чего образуется на всей глубине одинаковый по строению и плотности слой. Но *сложение* * почвы при этом будет совсем не таково, как в непаханной степи. В этом можно убедиться при раскапывании и обработке

* Под именем *строения* почвы я разумею способ разделения ее на отдельные комки, между которыми заключаются бо́льшие или меньшие промежутки, наполненные воздухом или мелкою землею в виде пыли. *Сложением* я называю способ соединения отдельных частиц в комках, т. е. то, что у немецких писателей выражается термином «das Gefüge». Очевидно, что угловатые частицы могут соприкасаться между собою разными гранями, ребрами и углами, причем между ними могут оставаться разной величины промежутки. Очевидно, что почва будет наиболее плотна в том случае, когда между ее отдельными частицами будут промежутки, наименьшие из всех возможных, или когда в данном объеме помещено будет наибольшее число твердых частиц.[2]

старых залогов, почва которых при этом оказывается значительно податливее степной даже после 35-летнего покоя; но по мере старости залога она делается все плотнее и плотнее. Из этого видно, что почва, вполне потерявшая строение, каким обладала во время пахоты, под влиянием просачивающейся сквозь нее воды и под влиянием попеременного размокания и высыхания (подробное разъяснение действия их было бы здесь неудобно) продолжает изменять положение своих частиц, стремясь распределять их так, чтобы в данном объеме поместилось возможно большее количество их. Такой процесс несомненно должен происходить с большей медленностью, несравненно медленнее процесса перемены строения почвы, и продолжается даже тогда, когда по растительности залог делается одинаковым со степью.

III

Выше сказано было, что в хлебах со старостью пашни поселяется громадное количество сорных трав; те же самые травы заселяют потом и залоги, когда пахота будет прекращена. Эти сорные травы бывают различны, но всегда можно резко отделить друг от друга два сорта этих сорных трав: в одном случае между хлебами и на залогах разрастаются злаки, которые мы назовем в отличие от степных залежными злаками; в другом случае хлеба засоряются и залоги зарастают разными травами из многих семейств, но не из злаковых. Всякую пашню и всякий залог можно отнести по его растительности к одному из этих двух классов.

Мы остановимся сперва на рассмотрении того случая, когда на пашнях и залогах растут не злаки, а другие растения, которые все вместе носят в степной полосе общее название бурьяна.

В этом случае каждый хозяин, если он предвидит, что у него залоги будут бурьянистые (а предвидеть это, как мы увидим ниже, он действительно может), в состоянии заранее опре-

делить, какие именно растения будут произрастать на залогах и притом какие из них будут преобладать над другими. В хлебах и на залогах произрастают в этом случае растения, находящиеся на непаханной степи между кустами тонконога, типца и ковыля, и притом, если поблизости нет ничего, кроме степей, исключительно только эти растения в таком же численном отношении между собою, в каком находятся они на степи; так, если на степи много полыни, то она будет преобладать и на залоге; если степь заселена большим количеством какого-либо шалфея, то и на залоге тот же вид явится в преобладающем количестве; поблизости участков с большим количеством живучки (Ajuga) трава эта занимает сплошь целые площади и на залогах; при большом количестве на степи какого-либо молочая (Euphorbia) соседние залоги отличаются особым зеленовато-желтоватым цветом от цветов этого растения, и т. д. Одним словом, в этих случаях о растительности залога мы получим ясное понятие, если представим себе, что злаки на степи исчезли, а разрослись одни растения из других семейств пропорционально их настоящей численности.

Исключения из этого представляют только те случаи, когда в хлебах поселяется какая-нибудь нестепная трава, семена которой занесены с семенами культурного растения. В таком случае та же трава остается и на залогах, а с них переходит и на другие соседние залоги, которые запущены будут позже. К числу таких трав принадлежит, напр., как кажется, Sinapis arvense, которой я на степях не находил. Кроме того, соседние, более старые залоги могут влиять на растительность молодых залогов, заселяя их своими растениями, вследствие чего численное отношение между разными растениями на залоге будет иное, чем на соседней степи. Общее правило, однако, будет такое, что на залогах растет только то, что растет вокруг них.

Залог покрывается, таким образом, бурьяном, как мы сказали, только в некоторых случаях, именно в тех, когда обработка земли в последние годы пахоты производится сохами или ралами, — вообще орудиями, не переворачивающими пластов,

а только перемешивающими пахотный слой. При такой обработке по причинам, которые указаны будут ниже, на залогах не могут разрастись залежные злаки.

Не следует думать, что бурьянистые залоги всегда бесполезны; напротив, для откармливания овец нарочно стараются разводить бурьяны на залогах, и мне рассказывали про некоторые крупные купеческие хозяйства с обширным овцеводством, куда приказчики нанимаются (или по крайней мере нанимались прежде) с обязательством распахать на свой счет и в свою пользу известное число десятин земли с тем, чтобы заселить залоги бурьяном. Но и помимо этого иногда бывает, что на бурьянных залогах растут травы, полезные для хозяйства вообще, преимущественно мотыльковые. В тех местах, где я был, всего чаще из этих трав разрастается на залогах донник (Melilotus officinalis). Но почти все крестьяне (в юго-восточной части Харьковской губ.) совсем не признают этих трав полезными, и я видел не раз, что при косьбе из трети косцы, конечно заинтересованные при таком условии в большем сборе сена, обходили места, заросшие сплошь эспарцетом (Onobrychis sativa), так как, по словам их, «бурьян этот для корма ничего не стоит». Точно так же, если на залежи или в степи растет много донника, то на подобные участки трудно найти косцов из части укоса, потому что никто не желает косить бесполезную, по общему мнению, траву. Полезными травами на бурьянистых залогах считаются только разные виды вики, вязель (Coronilla varia) и некоторые виды астрагала, носящие общее имя «горошков». Но эти травы преобладают над другими на залогах весьма редко, так что мне пришлось только один раз найти залог, на котором были громадные узоры лилового цвета от разросшейся в большом количестве птичьей вики (Vicia Cracca).[3]

Если в хозяйстве нет большого количества овец (т. е., следовательно, в большинстве хозяйств), то бурьянистые залоги совершенно бесполезны. И в самом деле, какую пользу может извлечь хозяин из участка, заросшего — иногда

десятками десятин сплошь — полынью, осотом (Cirsium arvense), молочаем (Euphorbia) и т. п. травами, или смесью их с другими, подобными им в хозяйственном отношении растениями? Полный размер этого невыгодного условия определяется тем (и я в особенности считаю нужным указать на это обстоятельство), что *если залог сплошь зарос сильным бурьяном, то на нем в течение нескольких лет ничего, кроме бурьяна, не будет. В этом случае бурьян может быть вытеснен только степными злаками, т. е. тонконогом, типцом и ковылем. Смена растительности происходит таким образом, что бурьянистый залог прямо преобразуется в степь.*

Преобразование это чрезвычайно интересно, и я мог наблюдать его во многих случаях, потому что в нескольких местах имел возможность исследовать рядом лежащие залоги от 2- до 10-летней старости, и притом залоги, окруженные с разных сторон обширными степными участками.

В первые годы, когда еще почва очень рыхла, бурьяны на залогах разрастаются необыкновенно роскошно и с ними немыслима конкуренция никаких злаков; всякий злак будет так затенен листвою бурьянов и затеснен ветвями их стеблей, что может развиваться только весьма скудно. Бурьян растет, как лес, выше человеческого роста, с более низким подседом из разнообразнейших растений, из которых иные (большей частью разные виды Stellaria, Cerastium и других звездчатковых) стелятся близ самой поверхности почвы, между тем как некоторые сложноцветные, крестоцветные и губоцветные вырастают иногда до 3 аршин вышиною. Так бывает года два, три, даже четыре; но если степь близка, а пространство залога не велико, то уже с первых лет на нем можно найти все степные злаки, т. е. и типец, и тонконог, и ковыль. В подобных случаях семена этих злаков могут легко рассеваться по залогу;*

* Из степных злаков ковыль, как известно, обладает способностью не только легко рассевать свои семена на далекие расстояния (при чем длинные ости способствуют переносу их ветром), но и углубляться в почву, что я имел возможность наблюдать постоянно. У семян ковыля

пользуясь всяким клочком, мало-мальски удобным для развития, злаки эти укореняются местами и растут в виде отдельных, незначительных по величине кустов кое-где изредка между бурьяном, так что иногда на нескольких десятках квадратных сажен едва можно найти куст какого-нибудь из этих злаков. Занимая сперва такое скромное положение, злаки эти, раз укоренившись, уже никакими средствами (кроме пахоты) не могут быть вытеснены с занятых ими мест. Корни их очень глубоки, так что засухи, в сильной степени подавляющие развитие бурьяна, не вредят им, а напротив, только способствуют большему развитию их, ослабляя конкуренцию бурьяна. Поэтому с каждым годом кусты этих злаков делаются все больше и больше. С поселением их на залоге условия для рассевания семян их между бурьяном становятся благоприятнее, между тем как бурьян при постепенном уплотнении почвы становится все мельче и мельче, растет уже не так густо и, следовательно, не столь сильно отеняет почву и стесняет злаки. Поэтому мест, благоприятных для прорастания и развития тонконога, типца и ковыля, становится больше, количество кустов этих злаков и размеры кустов увеличиваются. Ковыль или типец, из года в год выбрасывая из куста все большее и большее число стеблей, постоянно и с непреодолимою для других растений

на нижней части находится весьма твердый, острый, как игла, шип, поставленный несколько вкось наподобие конца штопора. Нижняя часть ости, будучи сперва прямою, после созревания и высыхания семени оказывается скрученною на множество оборотов. Благодаря этому (как заметил Ф. Дарвин) семена ковыля, ткнувшись острием в землю, от скручивания ости поворачиваются много раз в одну сторону и завинчиваются в почву. Завинчивание это продолжается очень долго благодаря тому, что ость от перемены влажности днем и ночью то раскручивается до некоторой степени, то скручивается вновь. На землях рыхлых (на залогах, у кротовых ходов, у сурковых нор и т. п.) я находил семена новые, углубившиеся в почву — большей частью несколько вкось — до $1^1/_2$ вершков, причем ими просверлены были даже некоторые комочки земли. На плотных почвах 15—20-летних залогов я не находил, однако, семян, углубившихся более чем на $^2/_3$ их длины, но при значительной плотности почвы и это уже весьма много.

силою увеличивает размеры куста, вытесняя произрастающие в непосредственном соседстве с ним растения. Площадь, занятая другими растениями, при этом все более и более суживается, пока, наконец, ковыль, типец и тонконог не поселятся в таком количестве особей и настолько не увеличат свои кусты, что края образуемых ими плоских кочек будут почти соприкасаться. Бурьян остается только в узких промежутках между кочками злаков. Тогда старый залог по растительности уже ничем не отличается от степи; превращение закончилось.

Для такого перехода необходим промежуток от 15 до 20 лет, иногда несколько больше, а иногда и меньше этого времени. Если случится подряд несколько годов с влажною весною и летом, то бурьян продержится дольше и переход залога в степь замедлится; на почвах, долго не уплотняющихся, переход бывает тоже медленнее; отдаленность залога от степи опять увеличивает срок указанного перехода, и т. д.

Описанный здесь ход превращения залога в степь самый простой и наблюдается, как я уже сказал, в тех случаях, когда залог находится рядом со степью, когда он не очень обширен и когда возле него, кроме степи и других залогов, ничего нет.

Отличным от указанного путем присходит смена растений на залогах в тех местах, где непаханных степей осталось уже мало и где не обширны старые залоги. В таких местностях сено получается преимущественно только с низменных лугов, которые одни не распахиваются. В подобных случаях в борьбу с бурьянами из-за места на залогах вступают сперва злаки близлежащих низменных лугов, преимущественно луговой мятлик (Poa pratensis), высокий костер (Bromus erectus), дикие виды овса (Avena), высокая овсяница (Festuca elatior) и в некоторых случаях луковичный живородящий мятлик (Poa bulbosa var. vivipara).

Так как некоторые из перечисленных злаков распространяются посредством корневищ, то они занимают вследствие этого местами целые площадки сплошь, и залог получает

от этого особенный вид: он делается (если можно так выразиться) пегим, так как зеленые площадки злаков на нем разнообразно чередуются с разноцветными площадками бурьяна и образуют крупные пестрины. С течением времени злаки все более и более стесняют бурьян, так что залог по характеру растительности становится все более и более похожим на луг. Но на нем в это время можно найти уже много характерных, отличающихся своеобразным видом, кустов типца и тонконога, которые таким же образом, как описано выше, отвоевывают себе все более и более места и здесь, пока, наконец, все другие злаки (за исключением Bromus erectus) почти не вытеснятся ими. Для совершения описанного процесса при указанных обстоятельствах нужно — сколько я мог заметить — по крайней мере не менее 30 лет. Ковыль в таких случаях появляется еще позже, и я не могу сказать, сколько лет нужно для того, чтобы он занял на залоге столько же места, как на непаханной степи, потому что при описанных условиях не видел залогов старее 35 лет; на них ковыля было еще очень мало, тогда как на небольшом участке нетронутой соседней степи при таких же свойствах и положении почвы он рос в большом количестве, занимая иногда целые площадки сплошь. Судя по тому, что здесь ковыль должен вести борьбу с таким стойким злаком, как типец, можно полагать, что полное превращение растительности в степную совершится не ранее как в 50 лет, а может быть и в более долгий период.

IV

При всех указанных в предыдущей главе переменах растительности на залогах иногда совсем не бывает злаков. В других случаях, напротив, злаки являются преобладающими растениями на молодых залогах. Злаки эти, сходные между собой в том отношении, что все они разрастаются посредством подземных стеблей или корневищ, мы, в отличие от степных, будем называть залежными злаками.

В параллель со степью, — этих злаков тоже три: пырей обыкновенный (Triticum repens) и его разновидность (Triticum repens var. glaucum — сизый пырей), безостый костер (Bromus inermis) и чаполочь (Hierochloë odorata). В некоторых местах эти три злака произрастают вместе, причем каждый занимает отдельные площадки и залог кажется пестрым от различного вида этих площадок; иногда же на залоге разрастается какое-нибудь одно из упомянутых растений, так что нередко можно встретить в разных местах большие участки, сплошь занятые чаполочью, костром и т. п. Чаще всего из таких залогов с одним растением попадаются пырейные (с обыкновенным пыреем); за ними наиболее часто встречаются залоги с одной чаполочью; реже произрастает в одиночку безостый костер, а всего реже сизый пырей, так что я видел только один залог с чистым сизым пыреем, и то залог небольшого размера.*

Все эти злаки, за исключением чаполочи, которая решительно никуда не годится, дают прекрасное сено и превосходные пастбища, в особенности для рогатого скота.

Произрастание на залогах бурьяна или залежных злаков обусловливается, как уже сказано выше, главным образом обработкою почвы. Для того чтобы на залоге преобладающими растениями явились злаки, необходима обработка почвы плугами и боронование не очень тяжелыми боронами, по крайней мере в течение двух лет перед запусканием почвы в залежь.

* Залоги, занятые сизым пыреем, по моему мнению, укосами должны быть значительно хуже таких, которые заросли пыреем обыкновенным. Сизый пырей не столь равномерно распределяется по земной поверхности, а преимущественно собран в кусты. Стебли у него приподнимающиеся, т. е. нижняя часть их лежит на земле и только верхняя половина стоит вертикально. Поэтому даже незначительный куст этой травы занимает своими расползающимися в разные стороны стеблями значительное пространство, мешая произрастанию на этом месте других стеблей. Вследствие этого на таких залогах, которые заняты разными злаками, площадки, заросшие сизым пыреем, кажутся полуголыми и имеют весьма грустный вид сравнительно с густозелеными площадками обыкновенного пырея или безостого костра.

Причина, вследствие которой плужная обработка способствует развитию залежных злаков, а не бурьяна, состоит в том, что при переворачивании пластов плугом громадное количество семян сорных трав заваливается глубоким слоем земли, так что семена эти или совсем не могут произрастать, или дают очень слабые всходы. Если при этом будут вывернуты наружу семена, засыпанные землей в предыдущие годы, то во всяком случае только некоторые из этих семян будут всхожими, а остальные во время лежания под землею потеряли жизнедеятельность. Если при плужной пахоте пластами завалены будут бурьяны многолетние, но не имеющие корневищ, то они не дадут новой поросли и погибнут. Таким образом, плужная пахота несомненно очень неблагоприятна для развития бурьяна; напротив, залежным злакам она не вредит нисколько: корневища этих злаков лежат недалеко от поверхности почвы и во время пахоты плугом, который подрезает землю ниже области их распространения, нисколько не повреждаются, оставаясь после оборота пласта приблизительно на таком же, как и прежде, расстоянии от почвенной поверхности. Все неудобство для их развития будет при этом заключаться только в том, что молодые побеги их, направленные прежде кверху, теперь будут обращены верхушками вниз; но они, делая изгиб, очень скоро опять поворачиваются кверху; между тем разрыхление земли при пахоте в значительной степени способствует легчайшему распространению корневищ залежных злаков, вследствие чего рост их от каждой плужной пахоты все более и более усиливается.

Обработка почвы сохами или ралами, наоборот, усиливает бурьян и ослабляет залежные злаки по весьма понятной причине. Земля при обработке этими орудиями не переворачивается, а только перемешивается, причем разорванные корневища не будут оставаться на прежних своих местах, а, зацепляясь сошниками, будут вытаскиваться наверх или засыпаться небольшим слоем земли. При бороньбе, в особенности тяжелыми боронами, они вытаскиваются зубьями

и сгребаются в кучи точно граблями. Количество корневищ в почве будет сильно уменьшено, а вследствие этого и количество стеблей этих злаков на данной площади может сделаться весьма незначительным. С другой стороны, семена бурьянистых сорных трав при этом не будут засыпаны толстым слоем земли, а будут только перемешаны с землею; очень многие из них останутся на разрыхленной поверхности вместо плотной, другие будут едва прикрыты землею, так что условия для их прорастания сравнительно с прежними, когда земля не была еще разрыхлена, сделаются даже благоприятнее. Понятно, что в этом случае бурьян сразу же может получать перевес над злаками, и последние после двух-трехлетней такой обработки почвы могут быть совсем уничтожены. Крестьяне Харьковской губ. в тех местах, где я был, так знакомы с указанным действием работы рал, что у них существует убеждение, будто казна налагает на хозяина, имеющего четыре рала, особую подать в виде штрафа за сильное истребление такого полезного растения, как пырей.

Но даже самая благоприятная для развития залежных злаков обработка не всегда может дать чистый от бурьяна залог; это бывает только в тех случаях, когда погода весною и осенью способствует разрастанию залежных злаков и, напротив, будет не особенно хороша для развития бурьяна. В тех местностях Харьковской губ., где я был, крестьяне считают, что сырая осень и сухая весна особенно хороши для пырея и что только при подобном условии залоги получаются свободные от бурьяна. Такое мнение оправдывается следующими соображениями.

Во время сырой осени залежные злаки успевают сильно разрастись, т. е. образовать много новых корневищ и развить в большом количестве и длинные корни; корневища их в такую осень делаются жирными, т. е. в них отлагается масса материала для образования сильных надземных побегов в следующую весну. Во время такой осени большое количество семян однолетних бурьянистых трав прорастет, но множество

их несомненно пропадет зимою вследствие их нежности. Если затем весна будет сухая с самого начала, то для прорастания и развития бурьяна это будет весьма неблагоприятно, между тем залежные злаки, запасшись питательным материалом в корневищах и сильною корневой системой, без особенного вреда выносят засуху, развиваются быстро и таким образом устраняют конкуренцию других растений. При влажной погоде впоследствии бурьян уже не может развиваться под густою сплошной порослью злаков, и залог является совершенно чистым от бурьяна.*

Наоборот, в том случае, когда осень суха, а весна в начале сырая, большинство семян бурьяна осенью не прорастает, а они сохраняются до весны, сырость которой будет благоприятна для скорого их прорастания и быстрого развития всходов. Между тем залежные злаки в сухую осень не успевают достаточно усилиться и в таком более слабом виде должны будут весною выдерживать ожесточенную борьбу с сильными всходами бурьяна. При подобных условиях, несмотря на предыдущую плужную пахоту, залог будет в значительной степени бурьянист, так что бурьян может даже преобладать над залежными злаками.

При сырой осени и сырой весне условия будут благоприятнее для залежных злаков, чем для бурьяна, потому что много семян последнего погибнет зимой; поэтому на залогах злаки будут преобладающими, хотя и не единственными растениями.

Сухая осень и сухая весна дают шансы почти одинаковые как для тех, так и для других растений, потому что весною хотя залежные злаки при своих глубоких корнях не будут

* Повидимому, не только засуха, но и вообще неблагоприятная весна способствуют преимущественно развитию залежных злаков, а не бурьяна. Весною настоящего года даже в мае месяце были морозы и холода, сильно задерживавшие развитие растений. Залоги долгое время оставались голыми, но потом на них быстро появился пырей, и сено на залогах вследствие этого было весьма хорошо.

особенно страдать от недостатка влаги, но не займут всего залога, не успевши с осени развить в достаточной для этого степени свои корневища. При этом семена бурьяна будут почти все целы и на свободных от злаков местах (а также и между ними, вследствие тугого развития их) дадут всходы, хотя и медленно развивающиеся, но не встречающие конкуренции злаков. Залоги в этих случаях будут тоже в значительной мере бурьянисты.

В последних трех случаях на залогах вместе со злаками будет много и бурьяна, и нужно заметить, что какой-нибудь из этих случаев скорее может быть, чем один первый, т. е. вероятность наступления первого меньше, чем вероятность появления какого-либо из трех остальных случаев. Поэтому в большинстве случаев залоги не бывают вполне чисты от бурьяна.

Кроме указанных обстоятельств, т. е. погоды весною и осенью, появление на залогах бурьяна в высшей степени зависит от того, какой из залежных злаков преимущественно разросся на залоге. Если преобладающим или единственным злаком будет чаполочь, то она скорее всего может задушить другую растительность, обладая для этого более сильными средствами: она весною развивается весьма рано, так что в половине мая дает уже спелые семена; поэтому с открытием весны она быстро идет в рост, обгоняет в развитии другие растения, а к началу июня уже дает молодые всходы; кроме того, ее не ест никакой скот, поэтому она всегда приносит семена, листья ее всегда остаются целы, следовательно, беспрепятственно могут вырабатывать вещества, необходимые для дальнейшего развития растений и разрастания их посредством корневищ.

Залежных злаков на залогах не бывает также после некоторых растений, — напр. после гречихи. Если гречиха была последним хлебом перед запусканием земли в залежь, то залог после нее будет чисто бурьянистый и обыкновенно остается таким вплоть до поселения на нем степных злаков; я видел

два случая, когда перед залежью была гречиха, и, несмотря на самые тщательные поиски, на 6- и 7-летнем залоге не мог найти ни стебля залежных злаков. Многие думают также, что бурьянные залоги получаются после льна; это однако не всегда верно, и я видел случаи, когда залоги на первый же год после льна были по содержанию пырея таковы, что их можно было считать залогами среднего качества.

Впрочем, если на залоге растут в первые годы бурьяны вместе с залежными злаками, то последние через несколько лет вытесняют бурьян. Происходит это вследствие того, что залежные злаки постоянно все более и более распространяют свои корневища в течение каждого лета и осени, занимая ими и те места, где растет бурьян, так как распространению корневищ не может мешать отенение почвы бурьяном. При таком распространении корневищ в первую же сухую весну (особенно после влажной осени) залог может явиться почти чисто пырейным, хотя вполне чистым от бурьяна он уже (без вспомогательных со стороны хозяина средств) никак не может быть, потому что на нем успеют укорениться некоторые многолетние бурьяны. Смотря по погоде весною и осенью, по быстроте уплотнения почвы, по ее составу и по ее состоянию при оставлении поля в залежь, залежные злаки могут вытеснить бурьян в разное число лет, — иногда года в 2—3, иногда же не ранее 8—9 лет. Если злаки не одержат победы в этот последний срок, то залог до самого превращения в степь останется в сильной степени бурьянистым.

Выше мы упомянули, что хозяин может употребить некоторые средства для уничтожения на своих залогах бурьяна. Лучшее, наиболее дешевое и действительное из таких средств — пастьба скота на залогах. Если даже скот и не будет есть бурьяна, то уничтожит его вытаптыванием. Большинство бурьянистых растений не имеет корневищ, и потому уничтожение или сильное повреждение стеблей у корня совсем уничтожает все растение, между тем как залежные злаки, будучи съедены и вытоптаны, снова и очень быстро дадут молодую

поросль от своих подземных стеблей (корневищ). Уничтожить их вытаптыванием нет никакой возможности: я видел крестьянские залоги, на которых успешно гоняют скот с целого села, имея в виду уничтожить пырей для обращения залога в пахоту; но чуть лишь гонка скота прекратится на несколько дней, как из-под земли начинают лезть сплошь стебли пырея. Может быть только постоянная пастьба овец в состоянии была бы помочь в этом деле, но имений с овцеводством я не видел и потому ничего не могу сказать на счет этого.*

Следовательно, под влиянием ли естественных условий или при помощи пастьбы скота на залогах, залежные злаки через разное, но во всяком случае небольшое, число лет вытесняют бурьян почти вполне. Залог после этого претерпевает различные изменения, смотря по тому, растет ли на нем преимущественно или исключительно один только злак, или же они заселяют залог совместно. Рассмотрению этих различий мы посвятим следующую главу.

V

Вначале залог, заросший одним или всеми тремя залежными злаками, представляет замечательно хороший вид, в особенности в тех случаях, когда одни злаки без бурьяна появляются в первый же год залежи; всего же лучше вид бывает, когда залог занят одним пыреем или одним безостым костром (Bromus inermis). Между отдельными стеблями тогда есть доста-

* Некоторые хозяева думают, что пастьба скота может превратить чисто бурьянистый залог (после сох и рал) в пырейный. Я сильно сомневаюсь в этом, так как видел залоги разных лет, очень сильно вытаптываемые скотом, так что на них ничего не оставалось, кроме молочая (Euphorbia), — и тем не менее ни пырея, ни других залежных злаков на них не было и следов. По моим наблюдениям, пастьба скота может только помочь более быстрому распространению залежных злаков, уже имеющихся на залоге, уничтожением конкуренции бурьяна, а никак не засеванию залога злаками в тех случаях, когда на залоге их нет.

точные расстояния; все стебли от этого развиваются замечательно равномерно, и участок имеет вид поля, искусственно засеянного травою. В недурной год такие залоги могут давать до 150 пудов и даже гораздо более превосходного сена, ни в чем не уступающего посевному.

Совсем иное бывает в том случае, если участок зарастет одной чаполочью (что случается совсем нередко). Рост травы и здесь бывает также хорош, но сама трава никуда не годится, и залог на несколько лет остается для хозяина совершенно бесполезным. Небогатый хозяин, на которого стрясется такая беда, совсем падает духом; прийдя на залог, иной долго не хочет признать этой напасти и каждый раз непременно сорвет и пожует их, точно ожидая найти что-нибудь хорошее; но противно-горький вкус травы, как и надо ожидать, тотчас же указывает истину, и хозяин сплевывает на траву с особенным ожесточением. Такой хозяин, конечно, достоин сожаления; но нельзя, однако, не признать, что указываемый плачевный результат во многом зависит от самого хозяина. Всегда можно заранее, еще во время посевов, знать, какой из залежных злаков будет преобладать на залоге, так как злаки эти разрастаются еще между хлебами. Еще в то время, если замечено будет преобладание чаполочи, непременно следует пустить в дело сохи и рала, по крайней мере в течение двух лет. Всего лучше оставить затем землю на один год без пахоты, а потом перепахать плугом. В этот год бурьян убьет чаполочь, а после плужной пахоты, если только в окрестности нет старых залогов, поросших чаполочью, всего вероятнее появление пырея как травы наиболее распространенной сравнительно с другими залежными злаками. Если этого не сделано, то для истребления чаполочи нужно употребить те же средства потом, т. е. после первого лета залежи; по моему мнению, в таком случае расчетливее производить посевы по сошной пахоте с риском получить плохие урожаи, чем оставлять залог в покое, потому что последнее равнозначуще с отказом от пользования землею в течение остальных лет. В подобных случаях выгодно отдать

залог в распашку года на два даже даром, если только снимающий земли обяжется работать сохою и ралом.

Какой бы злак, однако, ни занял залог, со временем он начинает произрастать все хуже и хуже. Причин такого явления две: во-первых — уплотнение почвы залогов и, во-вторых — особенные свойства самих залежных злаков, вследствие которых они со временем затесняют сами себя.

Плотность почвы действует неблагоприятно (преимущественно на пырей) в том отношении, что распространение корневищ в уплотневшей почве становится очень трудным; молодые корневища не могут свободно разрастаться в стороны, так как им при этом приходится вдвигаться между частицами такой почвы, в которую даже острая лопата сверху идет с большим трудом; между тем обновление корневищ необходимо для дальнейшего существования пырея. Не имея возможности свободно распространять корневища, злак этот начинает оставлять на залоге небольшие плешины; а так как на залог с разных сторон несутся миллионы разных семян, то упомянутые свободные места тотчас же занимаются другими растениями, преимущественно бурьяном. Вследствие этого старый пырейный залог становится бурьянистым, каким он, может быть, был при неблагоприятной погоде только в первые годы.

Вторая причина, по которой с залога снова вытесняются залежные злаки, состоит в том, что каждый их стебель, образуя корневища, может в одно лето дать несколько новых стеблей; вследствие этого трава начинает расти все гуще и гуще, и притом чем дальше, тем больше. При густом росте вид травы существенно изменяется: она становится мелкою, листья ее как-то заостряются и становятся у́же, она рано начинает желтеть и т. д., — одним словом, вид травы становится такой, какой бывает у хлебов на местах, засеянных через меру густо. Трава, как выражаются хозяева, *затесняет* сама себя. Несмотря на густой рост, в этом случае почва травою бывает отенена хуже; сквозь молодой редкий пырей до земли не проглянешь, вследствие того что листья у него широки и расходятся в сто-

роны; у затесненного пырея, напротив, узкие листья торчат преимущественно вверх. Вследствие этого между таким затесненным пыреем скорее может поселиться бурьян, так как он в состоянии быстро перерасти низкорослый злак; а раз поселившись, он начнет мало-помалу угнетать поросль злаков и становится преобладающим на таких залогах, где прежде были только злаки. Поэтому хозяева, рассчитывавшие долгое время пользоваться травяным залогом, при затеснении злаков перепахивают залог плугом. В этом случае корневища не в состоянии дать материал для образования прежнего количества стеблей; часть их, и притом весьма значительная, погибает, но зато появившиеся стебли становятся крупнее, силы злака, так сказать, не разбрасываются, а концентрируются, и злак может опять преодолеть бурьяны, превративши залог в чисто пырейный.

Я только что говорил о том, что при уплотнении почвы или при затеснении залежных злаков между ними поселяется бурьян, и совсем не упоминал о степных злаках. Между тем обыкновенно полагают, что пырейный залог превращается прямо в степь, заселяясь степными злаками. По моим наблюдениям, относительно залогов пырейных (т. е. заросших настоящим пыреем, Triticum repens) — это не верно: пырей на них уступает свое место не степным злакам, а бурьяну, поэтому старый пырейный залог на первый взгляд трудно отличить от нового со значительным количеством бурьяна; вся разница заключается только в росте трав, которые на том и другом залоге одни и те же, но на старом вообще мельче. Конечно, на таком залоге бывает и типец с ковылем, но обыкновенно в очень незначительном количестве, тогда как бурьян произрастает почти сплошь, оставляя только незначительные клочки для пырея.[4]

Поэтому, если на залоге произрастает один пырей, то такой залог не прямо превращается в степь, но сперва пырей вытесняется бурьяном, и затем уже начинается борьба за место между бурьянистыми растениями и степными злаками,

выражающаяся теми же явлениями, какими выражается превращение в степь чисто бурьянного залога, описанное выше. Разница в растительности описываемых залогов чисто бурьянистых в этом периоде заключается только в том, что здесь нередко остаются маленькие площадки мелкого тощего пырея. Во всем остальном никакого различия я заметить не мог; заселение залога типцом и ковылем и разрастание их происходят здесь совершенно так же, как на чисто бурьянном залоге.

Таким образом, из сказанного очевидно, что на пырейном залоге до полного превращения его в степь происходят две или три смены растительности: на залогах с самого начала бурьянистых сперва бурьян вытесняется пыреем, затем, через несколько лет, пырей бурьяном и, наконец, бурьян типцом и ковылем. На залогах, не содержащих в первые годы бурьяна, т. е. чисто пырейных, первой смены, очевидно, не бывает.

Если залог покрывается не одним пыреем, а всеми залежными злаками вместе, то со времени вытеснения бурьяна, а если его нет — то с первых же годов, начинается конкуренция между произрастающими злаками. Если залог вначале не содержит бурьяна, то обыкновенно каждый из злаков упорно удерживает занятые им места, и залог несколько лет кажется, как я уже говорил, пестрым. Напротив, при значительном количестве бурьяна, после его вытеснения, на залоге оказывается большое количество чаполочи и пырея, между тем как места, занятые безостым костром, увеличиваются не столь значительно. Но с течением времени по мере уплотнения почвы пырей оказывается неспособным выдерживать конкуренцию с чаполочью и безостым костром: пырей становится все мельче и мельче, тогда как вид остальных двух злаков почти не изменяется. На залоге, вследствие быстрого исчезновения пырея, начинает показываться в значительном количестве бурьян, но чаполочь и безостый костер все еще держатся в хорошем состоянии и даже мало увеличивают занятую ими площадь. Наконец, на залоге показываются типец, ковыль и тонконог и начинают разрастаться все больше и больше, стесняя дру-

гие растения; чаполочь и костер мало-помалу уступают им свои места, но все-таки не исчезают еще вполне даже к такому времени, когда залог окончательно задернеет. Тогда такой старый залог — иногда 20—25-летний — все еще можно отличить от непаханной степи, потому что на нем продолжают существовать чаполочь и костер, хотя на таком старом залоге они уже не занимают целых площадок, а растут отдельными небольшими кустами.

Из сказанного здесь можно видеть, что чаполочь и костер выносят значительное уплотнение почвы. Поэтому их можно часто встретить даже на непаханной степи, когда на ней пасут крупный скот поздно осенью или рано весною. В такое время скот продавливает размокшую степную почву, из-под копыт его выдавливается земля, образующая вокруг ямки род небольшого валика, выдающегося над общим уровнем степной почвы. Возвышения эти при высыхании, будучи разъединены от общей массы почвы, хотя значительно твердеют, но не могут делаться такими же плотными, как нетронутая земля. На этих возвышениях поселяются тогда чаполочь и Bromus inermis; по растительности подобную степь нельзя отличить от старого залога с остатками упомянутых злаков, а только следы от копыт показывают настоящую причину появления их. Точно так же появляются эти злаки и на колеях степных дорог, на земле, выдавленной из колей колесами.

Следовательно, на залогах с разными злаками переход в степь совершается без таких резких перемен, как на залогах пырейных. Здесь бурьян не может вытеснить чаполочи и костра, которые уступают свои места только степным злакам. То же самое бывает и в том случае, когда залог с самого начала заселяется безостым костром, которому в будущем предстоит, по моему мнению, весьма важная роль в хозяйстве степных местностей, или чаполочью. Оба эти злака держатся долгое время на залоге очень стойко; затесняют сами себя они не в столь сильной степени, как пырей; поэтому бурьяны поселяются между ними позднее и не столь быстро размножаются. Здесь

по этой причине переход в степь совершается прямо сменою залежных злаков степными, и бурьян при такой смене не играет особенно выдающейся роли.

VI

Ввиду особенной важности безостого костра для степных хозяйств, я нарочно ездил в Задонский уезд Воронежской губ. и в Елецкий уезд Орловской губ., где злак этот возделывается на полях. Кроме того, и в степях, где он растет в диком состоянии, я старался, по возможности, подробно и точно ознакомиться со способом его разрастания. Настоящая глава представит результаты моих наблюдений.

В Елецком уезде Орловской губ., где я видел посевы Bromus inermis в имении г-жи Поповой (в 17 верстах от Задонска, на противоположном берегу Дона), его высевают весною по овсу; почва подготовляется для этого обычным способом, и овес сеется под соху; тотчас же вслед за этим сеют Bromus в количестве двух пудов на десятину и заделывают посев бороною. После таких посевов всходит первым овес, а вслед за ним и костер. Всходы их по внешнему виду очень сходны, так что, только раскопавши землю и нашедши семя ростка, можно сказать наверное, какому растению принадлежит росток. Потом обыкновенно Bromus inermis отстает от овса в росте и остается под ним до уборки овса; когда овес скосят и свезут, тогда только начинается настоящее развитие костра.

Видевши посевы костра весною, я не могу сказать, какой они имеют вид с осени, так как мог наблюдать только всходы его, траву первого года после посева и траву прежних лет; но по весеннему состоянию травы можно составить полное понятие о том, какова она бывает осенью.

По внешнему виду тотчас же можно заметить большую разницу в распределении по полю стеблей Bromus inermis от распределения стеблей обыкновенного пырея. У последнего стебли выходят из земли поодиночке и распределены замеча-

тельно равномерно, так что трава имеет вид посеянной, причем каждое семя дает не куст стеблей, а один стебель. Костер, напротив, располагается кустами, вследствие чего в первую весну после уборки овса на поле с костром можно видеть в некоторых местах густые группы травы, между тем как рядом земля остается незанятою. Впоследствии плешины эти тоже зарастают костром, и тогда распределение стеблей травы оказывается более равномерным.

Это разрастание костра происходит следующим образом. Из семени костра, как и других злаков, получается сперва один стебель, а под землею, смотря по глубине заделки семени, образуется одно, два, три и даже более междоузлий; листья на подземной части стебля развивают только листовые влагалища, плотно прилегающие к стеблю, и имеют вид довольно удлиненных чешуй. Только при выхождении стебля на воздух на нем начинают развиваться настоящие листья, так что всход со временем получает вид листового пучка, причем влагалища всех более молодых листьев остаются завернутыми во влагалище первого развившегося листа, вследствие того что надземные междоузлия пока не удлиняются и, следовательно, листья получают начало близко один возле другого.

Когда таким образом разовьется пять или шесть листьев, а иногда и позднее, начинается развитие подземных побегов костра. Они выходят большею частью из ближайшего к земной поверхности подземного узла, а иногда и из узлов, лежащих глубже; иногда же побеги развиваются из двух подземных узлов одновременно, и я не знаю (так как не видел подобных случаев), могут ли побеги развиваться из большего числа узлов одновременно. Из одного узла выходит один побег или же два с противоположных сторон стебля; если из узла выходит один только побег, то с противоположной стороны стебля из того же узла всегда выходит сильный корень. Подземные побеги эти обыкновенно сейчас же заворачиваются кверху, образуя дугу почти в четверть окружности; если выкопать в это время растение с корнем, то окажется, что подземные

побеги имеют вид кривого, загнутого кверху шила; они появляются на земную поверхность в расстоянии дюйма или двух от главного стебля, и каждый образует такой же пучок листьев; эти новые стебли дают таким же образом в свою очередь по одному или по два подземных побега, выходящих на поверхность опять невдалеке от стеблей, давших им начало. Когда таким образом от одного растения получится несколько стеблей, то расположение их всегда бывает таково, что новые подземные побеги должны были бы выйти наружу между прежними стеблями; этого, однако, не бывает, и новые подземные побеги обыкновенно сперва загибаются немного вниз, подходят под начало прежних стеблей и появляются наружу вне их круга, и притом на довольно значительном от них расстоянии, — иногда на расстоянии до полуаршина. При этом средняя часть такого длинного подземного побега идет почти горизонтально и потом уже к концу довольно круто загибается кверху. Вышедши на свет вдалеке от давших ему начало стеблей, новый стебель образует сперва вокруг себя довольно густой куст более молодых стеблей и, наконец, дает начало новым длинным подземным побегам. Мне случалось находить такие колонии костра, которые состояли из пяти кустов, удаленных один от другого посредством длинных подземных побегов.

Вслед за таким разрастанием начинается вытягивание подземных междоузлий стебля; в первый год после посева даже на возвышенных черноземных местах рассматриваемый нами злак растет чрезвычайно роскошно, так что в настоящем году в имении г-жи Поповой костер был ростом почти в два аршина; почти таков же он бывает и в следующем году.

При таком сильном росте костер не дает ходу никаким другим растениям, и потому посевы его замечательно чисты; впрочем, в первую весну его иногда бывает полезно прополоть, но при этом необходимо только истребить особенно сильные сложноцветные растения, образующие в первое время весною сильную широкую розетку из плоско лежащих на земле проч-

ных листьев, под которыми костер пропадает; сюда же относится конский щавель, дурман, белена и другие крупные растения. Истребляют их, подрубая стебель под корень сапкою (маленькою мотыгою), и так как растения эти попадаются на посевах костра не часто, то и истребление их не требует много труда. Всякие другие травы не могут расти с костром, который очень скоро заглушает их.

Через несколько лет посевная трава становится гораздо мельче вследствие того, что костер затесняет сам себя подобно тому, как это происходит на залогах. В это же время в нем появляется «разнотравность», т. е. между ним поселяются разные растения из разнообразных семейств, и поле, засеянное костром, делается похожим на возвышенный луг, хотя трава на нем все еще гораздо выше и лучше луговой. Обыкновенно это начинается через 6—7 лет после посева; но оставлять костер на одном месте более 12 лет, повидимому, уже не расчетливо.

Когда между костром поселятся другие травы и он станет мельче, то его можно возобновить перепахиванием посредством плуга; я не видел таких возобновленных посевов, но, вероятно, они не могут быть особенно хороши; точно так же разбрасывание по траве навоза хотя и усиливает рост костра, но разнотравность от этого не исчезает.

Совсем иначе идет дело на заливных лугах, засеянных костром, которые я видел в том же имении на Дону. Посевы на них произведены были лет 14—15 тому назад, но и до настоящего времени костер на таких местах растет необыкновенно сильно, достигши в настоящем году до 2½ аршин роста; между ним нет и следов какой-нибудь сорной травы и не заметно ни малейшего затеснения.

Такой рост костра обусловливается тем, что весною Дон отлагает на заливных местах значительный слой ила.* Вслед-

* Об этом иле и его отложении ниже будет помещен особый очерк.

ствие этого подземные побеги, бывшие осенью у самой земной поверхности, весною, после спада воды, оказываются глубоко под слоем ила, и не всем из них удается пробиться на земную поверхность. Поэтому из года в год число стеблей на данном пространстве не увеличивается, трава остается не частой и растет от этого постоянно одинаково, а при особенном плодородии ила достигает гораздо больших размеров, чем на возвышенных черноземных областях.

Семена костра собирают обыкновенно женщины, срезывая серпами спелые метелки злака, после чего он косится на сено и доставляет еще сравнительно хороший корм. Лучшие семена дает костер на втором и третьем годах после посева, т. е. в первый и второй укосные годы; с десятины обыкновенно получается от 10 до 20 пудов семян.*

Из всего сказанного мною очевидно, что возделывание безостого костра весьма просто, и вместе с тем он растет превосходно: я до настоящего лета нигде не видел такой превосходной травы, как на полях (даже возвышенных), засеянных костром, не говоря уже о местах низменных, где он достигает громадной величины. Одним словом, чистота травы и рост ее не оставляют желать ничего лучшего, так как даже на возвышенных черноземных местах в первые годы после посева в имении г-жи Поповой получается более 300 пудов чистого сухого сена; заливные места под этой травой дают до 500 пудов сена в один укос.

Что касается почвы, то костер относительно нее, сколько я мог убедиться из собственных наблюдений, совсем не разборчив: он растет и на очень плотной глинистой почве, и на почве, содержащей значительное количество песку, и на местах низменных, и на больших возвышенностях с очень сухой почвой. Во всех таких местах на залогах он своей свежей зеленью

* Анализы костра пока еще не окончены и будут опубликованы впоследствии, вместе с анализами степного ковыльного и пырейного сена.

и высотой своего роста превосходит все другие злаки (за исключением Bromus erectus).

У нас очень много говорилось о необходимости травосеяния в степных местностях; по моему мнению, оно действительно должно быть во многих случаях весьма выгодно. Правда, при особенных приемах обработки (при пахоте плугом и употреблении одних легких борон) хозяин может рассчитывать на зарастание своих залогов пыреем. Но, как мы видели выше, чистые пырейные залоги получаются только при особенных условиях погоды, от хозяина не зависящих. Без этого же пырей, распределенный по полю сперва неравномерно, не может дать чистых от бурьяна залогов в первый же год. Кроме того, при пырее через несколько лет залог снова зарастает бурьяном, который вытесняется уже степными злаками. Этот второй бурьянный период во всяком случае весьма невыгоден для хозяина.

При посеве костра неудобства эти исчезают: хозяин может быть свободен в выборе орудий для обработки почвы и может употреблять в случае надобности даже скоропашки. Посеявши траву, он может быть уверен в равномерном распределении ее по полю, вследствие чего может не опасаться появления на залоге значительного количества бурьяна. Костер представляет собой траву, вполне способную выносить степной климат, так как и без поддержки со стороны человека он иногда разрастается сплошь на значительных участках. Наконец, он гораздо стойче пырея против уплотнения почвы: во-первых, его подземные побеги лежат ближе к земной поверхности, следовательно — в таких частях бывшего пахотного слоя, которые далее не уплотняются, и, во-вторых, побеги его могут развиваться в более плотной почве, чем корневища пырея. Вследствие этих своих особенностей он на залогах остается гораздо долее пырея, не дает места бурьяну в таком большом количестве, как на пырейных залогах, и может быть окончательно вытеснен только степными злаками. При нем второго бурьянного периода на залогах почти (а иногда и совсем) не бывает.

Первое обзаведение семенами его, правда, не дешево, но хозяину нет надобности сразу приступать к обширным посевам этой травы; засеявши ею одну десятину, хозяин может на следующий год собрать свои семена в количестве, достаточном для засевания 5—10 десятин, а свои семена, конечно, обойдутся дешевле. Имея возможность возделывать Bromus inermis, мы можем считать степное травосеяние обеспеченным: простота возделывания этой травы, приспособленность ее к степному климату, нетребовательность на почву, способность долго оставаться на одном месте, победоносно выдерживать конкуренцию других трав — все это, взятое вместе, должно считаться в высшей степени драгоценным для степного хозяйства с его замечательными особенностями.[5]

О БОРЬБЕ С ЗАСУХАМИ В ЧЕРНОЗЕМНОЙ ОБЛАСТИ ПОСРЕДСТВОМ ОБРАБОТКИ ПОЛЕЙ И НАКОПЛЕНИЯ НА НИХ СНЕГА



Печатается с отдельного издания, опубликованного в С.-Петербурге, 1893

ПУБЛИЧНЫЯ ЧТЕНІЯ
ВЪ ИМПЕРАТОРСКОМЪ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМЪ МУЗЕѢ.

О БОРЬБѢ СЪ ЗАСУХАМИ

ВЪ ЧЕРНОЗЕМНОЙ ОБЛАСТИ

ПОСРЕДСТВОМЪ ОБРАБОТКИ ПОЛЕЙ

И

НАКОПЛЕНІЯ НА НИХЪ СНѢГА.

П. Костычева.



С.-Петербургъ.
Изданіе А. Ф. Девріена.
1893.



ПРЕДИСЛОВИЕ

Вследствие желания слушателей моих публичных чтений в Сельскохозяйственном музее я решился издать их так скоро, как это оказалось возможным; по этой причине я не мог сделать значительных дополнений и улучшений против того, что сказано было в чтениях и записано стенографически.

Искренно желаю, чтобы полезность этой книжки хотя отчасти соответствовала моему горячему желанию принести пользу нашим хозяевам.[1]

П. Костычев

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ ЧЕРНОЗЕМА; ИЗМЕНЕНИЕ ЕГО ВЛАЖНОСТИ В РАЗНЫЕ ВРЕМЕНА ГОДА

Во время предстоящих чтений я намерен рассмотреть вопрос о том, от каких причин зависел неурожай в последние два года в нашей черноземной полосе и каким образом можно устранять подобные неурожаи в будущем, посредством правильной обработки полей.

При многочисленных рассуждениях о причинах неурожаев в черноземной полосе чаще всего указывают, что они обусловливаются климатом черноземных местностей; климат считают главною и иногда даже единственною причиною наших неурожаев. Так как в последнее время неурожаи на черноземе случаются чаще, чем прежде, отсюда возникло мнение, что климат черноземной полосы в последнее время становится все суше и суше.

Если бы это было справедливо, то мы находились бы в положении совершенно безвыходном, потому что для улучшения урожаев мы должны были бы в значительной степени изменить наш климат; но так как средств для этого нет никаких, то постоянный или очень частый недостаток хлеба сделался бы у нас обычным. К счастью, положение наше не так бедственное: причина неурожаев заключается, главным образом,

по моему мнению, не в климате, а в особенных свойствах той почвы, на которой неурожаи случаются так часто, что редкий год проходит без того, чтобы хотя в какой-нибудь незначительной местности черноземной полосы не было полного или почти полного неурожая. Особенные свойства чернозема, на которые я постараюсь обратить ваше внимание, требуют особых способов обработки этой почвы, а между тем у нас хозяева черноземной полосы только очень немногие знают это и умеют обрабатывать чернозем так, что даже в самые сухие годы получают удовлетворительные урожаи.

Для убеждения в том, что не один только климат составляет причину наших неурожаев, достаточно обратить внимание на количество дождя, выпадающего в некоторых наших черноземных и нечерноземных местностях. Сравним, например, между собою Петербург и Воронеж. В Петербургской губернии неурожаи от засухи если и бывают, то очень редко, между тем как в Воронежской губернии оба последние года были вполне неурожайные от недостатка летних дождей, и вообще неурожаи от засух случаются там очень часто. При сравнении оказывается, что в Воронеже в среднем выводе дождей выпадает гораздо больше, чем в Петербурге, а именно: среднее годовое количество дождя в Петербурге — 477 мм, а в Воронеже — 581 мм. * [2]

Если взять ближайший к нам период времени, то с 1862 г. годовое количество дождей в Петербурге изменялось от 325 до 726 мм, а в Воронеже — от 362 до 767 мм. Такое же преимущество на стороне Воронежа окажется и в том случае, если мы будем сравнивать не годовые коли-

* Количество воды, выпадающей в виде дождя и снега, определяется глубиною слоя воды, который мог бы образоваться на ровной горизонтальной поверхности, если бы вода не просачивалась в почву и не стекала с нее. Для перечисления на русские меры заметим здесь, что вершок равняется почти $44^1/_2$ мм.

чества дождей, а по разным временам года, как это видно из следующей таблицы:

	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Петербург					
1) Число дней с дождями или снегом	40	34	38	44	156
2) Выпадает воды	74	87	180	129	470
Воронеж					
1) Число дней с дождями или снегом	34	31	30	25	120
2) Выпадает воды	133	130	180	138	581

Из таблицы мы видим, что весною в Воронежской губернии в среднем дождей выпадает достаточно, а так как урожаи в черноземной полосе обеспечиваются главным образом весенними дождями, то можно было бы думать, что в Воронежской губернии неурожаи от недостатка дождей должны случаться реже, чем в Петербурге. На самом деле мы замечаем совсем обратное. Сравнивая между собою Петербург и Воронеж в других отношениях, мы без труда заметим, что они очень резко отличаются по почвам, и уже это одно невольно заставляет думать, что неурожаи в Воронеже, несмотря на большее количество дождей, чем в Петербурге, случаются гораздо чаще потому, что там земля совсем другая, чем в Петербурге.

Если мы будем сравнивать между собою разные черноземные местности, то еще больше убедимся в том, что чернозем по отношению к дождям представляет некоторые особенности, которые на первый взгляд могут показаться совсем непонятными. Возьмем, например, Ставрополь Кавказский, Воронеж и Троицк Оренбургской губернии. Количество дождей, выпадающее в этих трех местностях, показано в следующей таблице:

	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Троицк					
1) Число дней с дождями или снегом	25	21	30	24	99
2) Выпадает воды	39	59	171	76	345
Воронеж					
1) Число дней с дождями или снегом	34	31	30	25	120
2) Выпадает воды	133	130	180	138	581
Ставрополь					
1) Число дней с дождями или снегом	32	36	32	26	125
2) Выпадает воды	131	194	242	160	727

Мы видим, что в Ставрополе количество выпадающей дождевой воды в полтора раза больше, чем в Воронеже, и слишком вдвое больше, чем в Троицке; поэтому казалось бы, что растительность в этих трех местах должна быть совершенно различна; но если мы посмотрим никогда не паханные степи в этих трех местах, то найдем растительность совершенно однородную, так что клочок Троицкой степи, перенесенной в окрестности Ставрополя, ничем не нарушил бы обычного вида Ставропольских степей. Если задать себе вопрос, отчего в указанных трех местах растительность однородна, то ответ будет такой, что наверное эти места в чем-нибудь между собою одинаковы, и при ближайшем исследовании мы найдем, что есть только одно, в чем они между собою вполне сходны: везде в этих местах находится одна и та же черноземная почва, которая на жизнь растений, очевидно, оказывает более сильное влияние, чем выпадающая в этих местностях дождевая вода.

Растения, произрастающие на степях, никогда не паханных, отличаются одною очень заметною особенностью: крат-

ковременною жизнью в течение каждого года; раннею весною они быстро развиваются и к началу лета или к концу весны уже приносят спелые семена и засыхают, так что на летнее время степь почти совсем замирает и оживает отчасти снова только осенью. Наблюдения над дикой степной растительностью указывают, повидимому, на то, что в степях могут существовать только такие растения, жизнь которых к началу лета заканчивается, и что наши хлебные растения, созревающие только в половине июля месяца, нельзя разводить в степях. Так в самом деле и думали очень многие не далее, как в тридцатых и сороковых годах, полагая, что южная Россия непригодна для земледельческой культуры. Мы знаем теперь, что это мнение было вполне ошибочно. На самом деле, если степная земля распахивается, то отношение ее к растениям становится совсем другим: несмотря на то, что в первый раз степную землю можно пахать только неглубоко, обыкновенно не глубже двух вершков, уже это одно поверхностное разрыхление ее оказывается достаточным для очень сильного изменения свойств степной земли. Хлебные растения, посеянные на степной земле после однократной пахоты ее, дают превосходные урожаи и не страдают от недостатка воды даже в очень засушливые годы. Это показывает нам, что на черноземе растения в одно и то же лето, т. е. при одинаковом количестве дождей, могут и страдать и не страдать от засух, смотря по тому, в каком состоянии находится черноземная почва. Состояние ее может быть и благоприятным, и неблагоприятным для растений, и потому, если мы желаем, чтобы наши культурные растения не страдали от засух, то нам необходимо узнать, в каком состоянии чернозем наиболее благоприятен для растений и какими средствами ему можно сообщать такое состояние.

Для того чтобы еще более убедиться в том, что в зависимости от свойств почв при том же количестве дождей растения могут и страдать и не страдать от засух, можно указать на то, что в 1891 г., когда неурожай охватил значительные пространства черноземной полосы, урожаи растений на пес-

чаных землях, расположенных среди чернозема в неурожайных местностях, в большинстве случаев были хороши. Точно так же леса, находящиеся в черноземной полосе, значительное количество которых находится на песчаных почвах, из года в год остаются зелеными и свежими до самой осени, тогда как на соседних степях травы высыхают уже в начале июня.

Все сказанное мною убеждает нас в том, что достаточное или недостаточное количество воды для растений зависит не от одного климата, но в значительной степени также и от почвы; даже и при очень значительном количестве дождевой воды, как, например, в Ставрополе, растения все-таки могут страдать от засух, т. е. от недостатка воды, если только свойства почвы не допускают накопления и сохранения в ней влаги.[3]

Из этого ясно, что для предохранения растений от засух необходимо придавать почве такое состояние, которое способствует большему накоплению и лучшему сохранению в почве воды при том же количестве дождей. Для того чтобы понять, что нужно для этого делать, мы должны сперва рассмотреть некоторые свойства почвы, от которых зависит содержание в ней воды.

Мы знаем, что всякая почва получает воду из дождей или тающего снега; вода эта падает на поверхность почвы и затем просачивается в почву до большей или меньшей глубины. Наблюдая над различными почвами во время дождей, мы легко можем заметить, что в одни почвы дождевая вода проникает легко и быстро, в другие — очень медленно. Способность почвы пропускать сквозь себя воду называется проницаемостью почв для воды; из сказанного нами видно, что есть почвы с большой проницаемостью для воды и почвы иного рода, с очень малою проницаемостью для воды. Большою проницаемостью для воды отличаются почвы, состоящие из крупных зерен, гравия или песка; между отдельными зернами в таких почвах остаются широкие скважины, по которым вода легко стекает вниз. Такие почвы можно уподобить решету

с крупными щелями. Если же почва состоит из зерен очень мелких, подобных самым маленьким пылинкам, то между отдельными частицами таких почв остаются едва заметные скважины, сквозь которые вода проникает очень медленно. Такие почвы можно сравнить с очень плотной тканью, которая не пропускает сквозь себя воды. Наши черноземные почвы принадлежат к этим последним почвам. Все они состоят из таких мелких частиц, что при растирании чернозема между пальцами мы почти не замечаем в нем песчаных частиц; между пальцами чернозем растирается в тончайшую пыль.

Находясь среди непаханного чернозема во время дождей, мы тотчас же заметим, что дождевая вода почти не проникает в него, но почти вся стекает по его поверхности в низины, балки и овраги. Мне очень часто случалось выезжать из дома утром в черноземные степи, и после сильных дождей я уже не мог возвратиться в дом тою же дорогою, потому что многие овраги, обыкновенно совершенно сухие, превращаются после дождя в огромные бурные потоки, как во время весеннего разлива вод. Вся эта вода есть не что иное, как вода дождевая, не проникшая в почву. Даже в низинах, среди непаханных черноземных степей, застаивающаяся вода очень мало просачивается в почву; мне случалось наблюдать, что на местах водяных луж — даже в течение трех-четырех дней — вода не просачивается глубже одного-двух вершков в непаханную степную землю. Если рядом с черноземом находится почва песчаная, то с нее во время таких же дождей совсем не стекает воды, но вся она тотчас же просачивается в землю. Все это ясно показывает нам, что хороший рост растений зависит не от того, сколько выпадает дождевой воды, а от того, сколько дождевой воды просачивается в землю и доходит до растительных корней. Вследствие того, что чернозем пропускает в себя мало дождевой воды, мы находим на всех черноземных степях одинаковую растительность, несмотря на то, что в одних местах выпадает втрое больше дождевой воды, чем в других; избыток дождевой воды остается для

растений бесполезным, потому что он не попадает в почву, а стекает по ее поверхности.

Из этого видно, что, желая доставить растениям большее количество полезной для них воды на черноземе, мы должны изменять проницаемость его для воды, т. е. придавать ему такое состояние, при котором в него просачивалась бы вся вода даже во время очень сильных дождей.

Вода, просочившаяся в почву, задерживается в ней в большем или меньшем количестве; эту способность почв мы называем их влагоемкостью. У почв, состоящих из крупных зерен, влагоемкость обыкновенно очень мала, потому что в них остается только та вода, которая смачивает поверхность песчаных зерен; в широких скважинах между зернами вода почти не задерживается. У почв, состоящих из мелких частиц, вода задерживается и во всех скважинах между частицами. Чернозем поэтому отличается влагоемкостью, и это его свойство служит, между прочим, причиною того, что для смачивания чернозема до значительной глубины требуются очень значительные количества воды; если пройдет даже большой дождь, то вся вода его может задержаться только верхним незначительным слоем почвы, вследствие того что даже незначительное количество такой почвы может задержать очень много воды. Вообще, как мы увидим ниже, чернозем промокает до значительной глубины только зимою и весною; летние дожди в этом отношении не надежны, потому что смачиваемый ими верхний слой, под влиянием солнца и ветра, обыкновенно быстро высыхает и поглощенная черноземом из летних дождей вода большею частью не попадает в глубокие слои его.

Попробуем раскопать черноземную почву тотчас же после дождя; мы найдем сверху сырой слой до глубины двух-трех вершков и более, смотря по силе и продолжительности дождя; под этим сырым слоем будет сухая земля, если дождь прошел после долгой засухи. Раскапывая ту же землю через сутки, мы увидим, что влажность проникла глубже, еще через сутки — влажность окажется на еще большей глубине и. т. д.

Такое распространение влажности в глубину обусловливается особым движением воды, которое всегда совершается в почвах, если влажность их различных слоев не одинакова; это движение воды называется волосным (или иначе капиллярным); волосным — потому, что при этом вода движется по скважинам почвы, тонким, как волос. Поэтому волосное движение воды ясно заметно только в почвах, состоящих из очень мелких частиц, между которыми остаются очень узкие скважины, и потому в черноземе вода, посредством волосного движения, хорошо передается от одного слоя в другой.

Особенную важность волосное движение воды в черноземе получает при его высыхании; чтобы понять это, представим себе, что у нас есть два куска черноземной почвы — сухой и влажной; сложим их вместе так, чтобы они плотно прикасались один к другому, и положим их в такое помещение, в котором они не могли бы высыхать. При наблюдении за ними мы заметим, что вода из влажного куска мало-помалу будет передаваться в сухой; сухой кусок высасывает воду из влажного, и это высасывание прекратится только тогда, когда оба куска сделаются одинаково влажными, причем в обоих будет находиться столько воды, сколько было ее сперва в одном влажном куске. То же самое совершается при высыхании почв: сперва, под влиянием солнца и ветра, высыхает самый верхний слой почвы; сделавшись суше, он начинает высасывать воду из лежащего под ним слоя; второй слой, отдавши верхнему часть своей воды, начинает высасывать воду из третьего слоя, и т. д. Верхний слой, всасывая воду из нижнего, постоянно теряет эту воду, которая улетает в воздух в виде пара; поэтому он постоянно бывает суше лежащего под ним слоя и, следовательно, постоянно высасывает из него воду; по этой же причине второй слой постоянно высасывает воду из третьего, третий из четвертого и т. д. Следовательно, при высыхании почвы существует постоянное волосное движение воды по направлению кверху, и это движение в черноземе, вследствие мелкости его скважин, доходит до значительной

глубины. В почвах из крупных зерен, например в песчаных, вода, посредством волосного движения, может передаваться только на незначительные расстояния.

Ток воды в черноземе при его высыхании можно уподобить течению керосина по фитилю зажженной керосиновой лампы; в верхней части фитиля керосин постоянно сгорает, и взамен сгоревшего по фитилю вверх притекает новый керосин; точно так же при высыхании чернозема с его поверхности постоянно испаряется (т. е. улетает в воздух в виде пара) вода и взамен этой воды из нижних слоев постоянно притекает к поверхности новая вода посредством волосного движения.

Очевидно, что с поверхности черноземной почвы теряется при высыхании столько воды, сколько притекает из нижних слоев; отсюда ясно, что если мы желаем уменьшить потерю воды почвою вследствие высыхания, то для этого нужно сделать почву такою, чтобы вода в ней не могла передаваться снизу до самой поверхности, но чтобы волосное движение воды на некоторой глубине останавливалось. Чтобы показать, что нужно для этого сделать, мы возьмем для этого опять сравнение с фитилем керосиновой лампы; если мы подрежем фитиль лампы так, что его верхняя часть будет соединяться с нижней только одной ниткой, то движение керосина в верхнюю часть фитиля почти прекратится, лампа погаснет и расход керосина остановится. Точно так же, если мы каким-нибудь орудием подрежем черноземную почву на некоторой глубине так, что сделаем верхний слой почвы рыхлым, то волосяные скважины нижнего слоя не будут соединены со скважинами верхнего слоя и передача воды из нижнего слоя в верхний почти прекратится; кроме того, в верхнем рыхлом слое отдельные частицы почвы будут разъединены между собою, между ними образуются широкие щели, по которым волосное движение воды не совершается. При таком состоянии почвы верхний слой уже не может высасывать воду из нижних слоев и высыхание почвы приостановится или, по крайней мере, будет значительно ослаблено.

Из всего сказанного видно, что для обеспечения растений от недостатка воды на черноземе мы должны придавать чернозему бо́льшую проницаемость для воды и поддерживать верхний слой его в таком состоянии, чтобы он не высасывал воду из нижних слоев. Но кроме этого есть еще весьма важное обстоятельство, требующее нашего особенного внимания. Мы должны рассмотреть, как изменяется содержание воды в черноземе в различные времена года. Исследования, произведенные в течение последних двух лет, показали нам, что если судить по влажности почвы, то год для черноземной области можно разделить на две половины: в течение одной из них чернозем накопляет в себе влагу, в течение второй половины чернозем постоянно высыхает; это ясно видно из следующих цифр, полученных при исследованиях в Екатеринославской губ.:

Почва содержала воды в среднем до глубины 1 аршина в процентах и в пудах на десятине*

	1891 г.		1892 г.	
Февраль	24.1%	192 800 пудов	23.6%	188 800 пудов
Март	20.4	163 200 »	23.8	190 400 »
Апрель	21.1	168 800 »	21.1	169 600 »
Май	19.8	158 400 »	17.9	143 200 »
Июнь	15.6	124 800 »	17.0	136 000 »
Июль	13.6	108 800 »	16.0	128 000 »
Август	13.6	108 800 »	15.0	120 000 »
Сентябрь	14.1	112 800 »	13.3	106 400 »
Октябрь	14.8	118 400 »	14.3	114 400 »
Ноябрь	17.7	141 600 »	22.6	180 800 »
Декабрь	22.2	177 600 »	22.1	176 800 »
	1892 г.		1893 г.	
Январь	23.9	187 200 »	23.3	186 400 »

Цифры этой таблицы показывают нам, что есть такое время года, когда в почве содержится наибольшее количество воды: это время — февраль и март; затем есть другое время года,

* 1% влаги, для слоя в 1 аршин глубиною на пространстве десятины составит около 8000 пудов воды, или более 10 000 ведер.

когда почва заключает в себе наименьшее количество воды: это — август и сентябрь. Все время от сентября до февраля и марта есть время накопления в почве воды; в промежуток времени от марта до сентября почва высыхает, несмотря на выпадающие весною и летом дожди. Весенние и летние дожди, как оказывается, не в состоянии поддержать весеннюю влажность почвы, или другими словами — весною и летом почва испаряет воды гораздо более того, сколько выпадает ее с дождями. Из этого видно, что зимнее накопление воды в почвах имеет для растений огромную важность, особенно для чернозема, потому что в черноземе, вследствие его большой влагоемкости, вода летних кратковременных дождей не может проникать до значительной глубины и, будучи поглощена верхним слоем, быстро испаряется из него в воздух под влиянием горячих лучей солнца. Вследствие этой невозможности глубокого просачивания летней воды в чернозем дожди летом и весною не оказывают заметного влияния на высыхание почвы летом; черноземная почва высыхает постоянно до осени, как будто бы летних дождей совсем не было, потому что вода этих дождей за исключением редких случаев поглощается только верхним слоем чернозема и потом быстро испаряется, не оказывая никакого влияния на среднее содержание влаги во всем слое до глубины аршина. Если бы исследования наши относились к песчаным почвам, то в них мы не заметили бы такой резкой разницы между зимним и летним временем; весною эти почвы содержат немного воды, потому что влагоемкость их мала; в течение летнего времени при каждом сильном дожде песчаная почва может промокать до значительной глубины вследствие того, что дождевая вода легко просачивается в них и задерживается верхними слоями в незначительном количестве. В почвах песчаных почва несомненно несколько раз в течение лета бывает после дождей до значительной глубины так же влажна, как и весною после схода снега.

Заканчивая на этом первое чтение, мы можем вкратце выразить его содержание таким образом: для предохране-

ния растений от действия засух на черноземе мы должны, главным образом, иметь в виду три цели: 1) возможно большее накопление в почве воды в течение зимнего времени; 2) поддержание проницаемости почвы для воды с тою целью, чтобы вода всякого дождя или снеговая вода проникала по возможности вся в почву, а не стекала бы поверхностно; 3) прекращение волосного движения воды в почве до самой поверхности ее, потому что этою мерою ослабляется или даже почти совсем прекращается высыхание почвы. В следующих чтениях будет указано, какие практические приемы должно употреблять для достижения этих трех целей.



ПОЧВЕННАЯ ВОДА ПОЛЕЗНАЯ И БЕСПОЛЕЗНАЯ ДЛЯ РАСТЕНИЙ; СПОСОБЫ СКОПЛЕНИЯ НА ПОЛЯХ СНЕГА

Предыдущим чтением я старался выяснить, что для устранения вредного влияния засух на растения в черноземной полосе необходимо стремиться к достижению трех указанных выше целей. Настоящее чтение я намерен посвятить разъяснению того, какими практическими средствами можно достигнуть первой указанной мною цели, т. е. что нужно делать для того, чтобы черноземная почва в течение зимы накопляла в себе возможно большее количество воды.

Но так как нам впоследствии придется постоянно обращаться к рассмотрению того, какое количество воды в почве нужно считать достаточным для получения хороших урожаев, то я считаю необходимым остановиться сперва на рассмотрении этого вопроса.

Многочисленными точными исследованиями установлено, что растения для образования одного пуда сухого вещества должны высосать корнями из почвы около 300 пудов воды. Вместе с этою водою корни всасывают другие питательные вещества, и все это в живом растении передвигается из корней в листья, откуда избыток воды выделяется в воздух в виде пара. Следовательно, если с одной десятины мы снимаем, например, 100 пудов зерна и 200 пудов соломы, т. е. всего

около 300 пудов, то для образования такого урожая (если прибавить к этому еще корни) нужно по меньшей мере 90 000 пудов такой воды, которую растения могут высосать из почвы.

Кроме того, исследования над жизнью растений на разных почвах показали, что растения ни из какой почвы не могут выбрать всю воду до конца. Не трудно понять причины этого. В каждой почве вода находится или в скважинах, или на поверхности почвенных частиц. Если, например, мы обмокнем в воду камень, то, вынувши его, увидим, что поверхность камня сделалась мокрою, потому что вода прилипает к его поверхности; каждая частица почвы в сущности есть не что иное, как тот же камень, но только очень малого размера, иногда не более тонкой пылинки. В сырой почве каждая такая пылинка облечена тонким слоем воды, подобно смоченному камню. Высасывая воду из почвы, корни растений собирают воду, прилипшую к почвенным частицам. Если бы мы пожелали снять воду с намоченного камня, то для этого нужно приложить к намоченному камню что-нибудь такое, к чему вода прилипает еще сильнее, например сухое полотенце. Всякий знает, однако, что нельзя вытереть камень досуха сырым полотенцем; свежие корни растений можно уподобить не сухому, а сырому полотенцу, потому что в живых корнях содержится очень большое количество воды; перерезавши свежий корень, мы увидим, что вода из него выступает каплями, и понятно, что такой влажный корень не может выбрать из почвы всю воду, а выбирает ее только до известной степени. Вообще, чем сильнее сама почва задерживает воду, тем больше в ней остается такой воды, которою растения не могут пользоваться.

Не трудно определить, при каком содержании воды в разных почвах растения перестают получать из них воду.

Для этого необходимо вырастить растения в обыкновенных садовых горшках с землею, поливая их по мере надобности, а затем, когда растения достаточно вырастут, перестать поливать их. Через некоторое время растения начнут вянуть,

и когда это увядание сделается сильным, землю из горшков можно вынуть и определить, сколько в ней содержится воды. Это и будет та вода, которая для растений остается бесполезною. Таким образом было найдено, что растения перестают получать воду из почв, когда содержание воды в почвах составляет:

В почве песчаной	1.5%
» » глинистой	10.0
» черноземе из Екатеринославской губ.	14.0

Или по расчету в слое почвы до глубины одного аршина на одной десятине бесполезной воды для растений содержится:

В почве песчаной	12 000 пудов
» » глинистой	80 000 »
» екатеринославском черноземе	112 000 »

После этих предварительных замечаний мы обратимся к предмету нашего чтения, т. е. к рассмотрению тех средств, при помощи которых можно накоплять в почве возможно большее количество воды.

В этом отношении давно уже указывается многими на скопление снега на полях. Снег есть тот источник, из которого земля получает воду, находимую в ней весною; но обыкновенно думают так, что земля пропитывается снежною водою только во время весны при таянии снега. Снег, лежащий на полях зимою, считается до наступления теплого времени совершенно мертвым покровом, под которым в земле не происходит никаких изменений. Те исследования, которые я сообщил на предыдущем чтении, показывают, что это не так, что снег имеет гораздо большее значение, чем обыкновенно думают. Из сообщенных мною цифр мы видим, что влажность почвы, начиная с сентября, постоянно возрастает в течение всей зимы, так что уже к январю месяцу, когда еще снег не начинает таять, содержание влажности возрастает на 10% в аршинном слое почвы, т. е. за три месяца в почве прибавляется 80 000

пудов воды. Такое неожиданное явление объясняется тем, что если земля с осени замерзает до выпадения снега, то потом, когда закроется толстым слоем снега, она снова оттаивает. Снег, закрывая почву сверху, не дает ей охлаждаться, даже при сильных морозах, так что под толстым слоем снега мы нередко на поверхности почвы находим температуру около 0°, между тем как в то же время на открытом воздухе может быть не меньше 15—20° мороза. Глубокие слои почвы во время зимы остаются теплыми, и от них передается тепло верхнему слою; от этого верхний слой оттаивает, так как он в то же время под снегом не охлаждается. Поэтому в течение всей зимы из снега, лежащего на земле, в нее просачивается вода, так что почва делается все более и более влажною, начиная с верхних слоев.[4] Так, например, в сентябре все слои до глубины аршина содержали около 14% воды; в ноябре почва промокла уже на шесть вершков и содержала в этом слое около 20% воды; в декабре содержание воды более 20% было уже на глубине восьми вершков, в январе — на глубине двенадцати вершков и в феврале — на глубине более аршина.

Из всего этого видно, какую важность имеет глубокий снежный покров; под ним почва лучше пропитывается водою не только в течение всей зимы, но и весною, когда тает снег, вода проникает в нее легче, потому что земля оттаивает раньше таяния снега. Если снег будет таять в то время, когда земля еще мерзлая, то в землю попадет меньше воды, потому что мерзлая земля не так легко пропускает ее. Итак, следовательно, накопление на полях снега составляет одно из важнейших средств, при помощи которых хозяева могут бороться с засухами.

Но какими же средствами, спрашивается, можно содействовать накоплению на полях снега?

В этом отношении давно уже указывают на полезность разведения леса, живых изгородей, опушек и т. п. Полезное влияние древесных насаждений хотя и было известно, но, к сожалению, до сих пор редко когда измерялось. Исследования,

на которые я уже ссылался несколько раз, организованные на средства Лесного департамента, в Екатеринославской губ., в Великоанадольском лесничестве, дают и в этом отношении весьма важное указание. Так, например, в марте 1891 г. в лесу было столько снега, что если бы он весь растаял, то закрыл бы поверхность земли слоем воды в 150.6 мм, или около $3^1/_2$ вершков; в то же время на соседнем открытом поле воды в виде снега было только 48.2 мм, или немного более одного вершка, т. е. втрое меньше, чем в лесу; к весне 1892 г. в лесу было воды в виде снега более 40 мм, тогда как в поле около 20; в феврале 1893 г. в разных местах леса было воды в виде снега более 100 мм, тогда как в полях от 23 до 50.

Не нужно думать, что избыток снеговой воды в лесу не попадает в почву. Определение в почве воды, произведенное в в марте 1891 г., показало, что в лесной почве, бывшей под глубоким слоем снега, содержалось воды в слое до глубины одного аршина 21.4%; в то же время на соседнем поле почва на той же глубине содержала в среднем только 17.2% воды, или по слоям:

	Лесная почва	Полевая почва
До глубины 2 вершков	24.5%	23.6%
От 2 до 6 »	24.4	18.6
» 6 » 8 »	21.6	13.8
» 8 » 12 »	18.3	15.3
» 12 » 16 »	18.4	14.5
Среднее	21.4%	17.2%

Если сравнить влажность этих двух почв только по средним цифрам, то можно признать разницу в их влажности, всего только в 4.2%, очень не важною; но совсем другое окажется, если мы сперва выключим ту воду, которая для растений бесполезна; такой воды в екатеринославском черноземе, как мы видели, около 14%. Только то, что в почве находится сверх этого, полезно для растений, и такой полезной воды в лесной почве было 7.4%, а в почве соседнего поля только

3.2%, т. е. почти в 2½ раза меньше, чем в лесной земле. Если перечислить это на вес, то окажется, что в первом случае одна десятина содержала в аршинном слое 60 000 пудов, а во втором случае 25 000 пудов полезной воды. Уменьшая эти цифры в 300 раз, мы получим вес возможного урожая на обеих почвах, если предположим, что вся эта вода будет поглощена растениями. В первом случае урожай будет около 200 пудов зерна и соломы, или около 70 пудов зерна; во втором случае общий урожай будет около 80 пудов, или зерна меньше 30 пудов. На самом деле разница между этими двумя почвами по урожайности будет еще сильнее, потому что в полевой земле уже на глубине шести вершков влажность не превосходит 14%, т. е. полезная вода в этой почве находится только в верхнем слое, из которого она быстро испаряется в воздух при наступлении теплого времени, и потому на этой земле в сущности нельзя было получить никакого урожая, что и было на самом деле.

Нужно заметить, что в течение зимы снег накопляется не только в лесу, но и на лежащих возле него полях, и потому понятно, что в засушливые годы поля возле лесов отличаются несравненно большею урожайностью. До какой степени значительно может быть влияние леса в этом отношении, может показать следующий пример: в Тульском имении графа Бобринского озимое поле 1891 г., окруженное с трех сторон лесом, дало урожай в 90 пудов зерна с десятины, в то время как на полях соседних имений едва собраны были семена.

Нужно заметить, что значительное просачивание воды в лесные почвы доказывается не только указанными выше научными и практическими наблюдениями, но и самыми лесными почвами. Во многих местах черноземной полосы леса в давно прошедшие времена, между прочим, вырастали на черноземе, и в настоящее время, сравнивая эти лесные земли с таким черноземом, который под лесом никогда не был, мы находим между ними значительные отличия. Чернозем, никогда не бывший под лесом, отличается темнобурым, почт

черным цветом, который становится постепенно светлее, переходя мало-помалу в желтобурый цвет подпочвы. Чернозем, бывший под лесом, имеет совсем другой вид. Почвенный слой в нем содержит менее перегноя, потому что растительные остатки здесь перегнивали быстрее, вследствие большого содержания воды; почвенный слой лесной земли отличается сероватым цветом от нахождения в нем таких частей перегноя, которые образуются обыкновенно при избытке воды. Кроме того, есть другие признаки, показывающие, что в лесных землях вода просачивалась до большой глубины. В то время, когда чернозем начал только образовываться, когда в теперешней черноземной земле еще не было перегноя, вся она была желто-буроватого цвета и на всей глубине пропитана была меловыми частицами.[5] При согнивании растительных остатков и при просачивании сквозь землю воды меловые частицы вымывались из почвы и уносились до той глубины, до которой просачивается в землю вода. Исследование черноземных земель, бывших под лесом, и рядом с ними лежащих степных показывает, что в лесных землях меловые частицы унесены на гораздо большую глубину вследствие более обильного и более глубокого просачивания воды.

Особые изменения чернозема под лесом дают возможность при первом же взгляде отличить чернозем, бывший под лесом, от настоящего степного чернозема даже и после вырубки лесов. С помощью этого мы можем без особого труда убедиться в том, что в прежнее время в черноземной области лесов было гораздо больше, чем теперь. Так, например, весь черноземный юго-запад за Днепром состоит почти исключительно из бывших лесных земель, среди которых находятся только небольшие площади настоящего степного неизмененного чернозема. По исследованиям проф. Докучаева, в Полтавской губернии в прежнее время около 30% всех земель занято было лесом. Проезжая в прошлом году по Дону, я нашел, что в Епифанском, Лебедянском, Данковском и Елецком уездах прежде были обширные леса, от которых не осталось никаких других

следов, кроме особого изменения чернозема. То же самое замечается в губерниях Пензенской, Симбирской, Самарской и Саратовской. Так как в прежнее время черноземная область была более лесиста, то очевидно, что в ней было более таких мест, где зимою скоплялось больше снега и где к весне земля содержала более влаги, т. е. было более мест, где растения не столь сильно страдали от недостатка воды в почве, как теперь.

Поэтому разведение лесных насаждений следует признать весьма важным средством для скопления снега; но надо заметить, что в настоящее время едва ли можно надеяться на восстановление прежнего количества лесов в черноземной полосе; хорошие земли нужны здесь для земледельческой культуры, и потому для лесов придется отвести преимущественно такие земли, которые негодны для распашек по бесплодию или по другим причинам, как, например, сыпучие пески, склоны оврагов и балок и т. п. Хотя и этим сделано будет много, по сравнению с теперешним, но все-таки гораздо бо́льшая часть полей останется вне влияния леса, и потому кроме сплошных лесных посадок необходимо пользоваться другими средствами для накопления на полях снега.

Из таких средств как на одно из важнейших указывают на разведение вокруг полей живых изгородей. Значение их действительно может быть весьма велико. На открытых полях черноземных местностей выпадающий осенью снег иногда вскоре сдувается ветрами вновь дочиста. Так было, например, осенью 1891 г. в Саратовской губернии, где выпавший снег слоем не менее аршина через несколько дней снесен был весь без остатка и почва опять была обнажена. При таких обстоятельствах изгороди превосходно удерживают снег, и для этого не требуются какие-либо большие насаждения. Простые наблюдения показывают нам, что достаточно какого-нибудь одного куста, одного клочка травы, чтобы возле них образовался бугор снега. Следовательно, небольшие и неширокие живые изгороди могут задерживать очень большие количества снега; действие их, разумеется, сильнее всего будет в тех

случаях, когда они будут иметь направление, перекрестное с направлением господствующих ветров.

Не нужно, однако, думать, что с помощью одних живых изгородей можно избавиться от недостатка снега на полях зимою. Каждая изгородь задерживает снег только на известном расстоянии, дальше которого влияние изгороди прекращается. Определить расстояние, до которого может действовать изгородь, можно измерением угла склона снежного сугроба возле изгороди; по некоторым наблюдениям, произведенным отчасти по моей просьбе, сугробы чаще всего имеют уклон около 10—12°. Легко вычислить, что при таком уклоне сугроб с обеих сторон изгороди будет иметь ширину, превышающую в пять раз высоту изгороди; т. е. при высоте изгороди в 1 сажень ширина сугроба будет с каждой стороны по 5 сажень. Таким образом для накопления возможно больших количеств снега необходимо бы проводить изгороди в расстоянии 10 сажень одну от другой. Расстояние это увеличится весьма немного, если мы предположим гораздо меньший угол уклона поверхности сугроба, так что, очевидно, полное действие могут оказывать изгороди, проведенные на таком близком расстоянии друг от друга, которое было бы весьма неудобно во многих отношениях; обработка полей была бы тогда затруднительна, разведение и содержание самих изгородей очень дорого и т. п. Поэтому живыми изгородями в деле задержания на полях снега можно пользоваться только как первоначальными опорными пунктами для задержания первого снега. Когда возле изгороди образовался сугроб, то задержанным снегом можно пользоваться для задержания еще больших количеств его. С этою целью г. Баталин предложил пропахивать снег для того, чтобы образовать из него валики, которыми задерживаются новые количества снега; если, например, изгородь задержала снег, то, пропахивая сугроб возле его края, мы образуем здесь валик, при помощи которого сугроб сделается шире; пропахивая потом еще далее от изгороди, мы еще более расширим сугроб, и т. д. Таким образом все поле

может покрыться рядом гребней, с углублениями между ними.[6]

Неравномерность распределения снега в таком случае не сопровождается неравномерным промачиванием земли весною. При наблюдениях над таянием снега легко заметить, что вода, которая получается при его таянии, не просачивается в землю под самим сугробом, а только в тех местах, где снег совсем стаял и земля отошла. Пока существует весною сугроб, в нижней его части на поверхности земли обыкновенно находится ледяная корка, не пропускающая сквозь себя воду. Поэтому при таянии сугроба вода стекает к его краям и здесь просачивается в оттаявшую землю. Если снег будет лежать на поле в виде гребней с углублениями между ними, то он сойдет раньше там, где его меньше, т. е. в углублениях. К этим проталинам будет стекать вода с двух соседних сугробов и будет просачиваться там, где сугроб кончается, т. е. на краях проталины. Так как при таянии снега проталины расширяются постепенно, то таким образом будут промачиваться все новые и новые участки земли. Позднее всего земля будет промочена там, где снега было всего больше. Очевидно, что при этом та земля, которая лежала под самой высокой частью сугроба, получит не всю воду, которая лежала над нею в виде снега; часть этой воды перейдет при таянии снега на соседние места, где снегу было мало. Кроме того, нужно заметить, что расположение снега на поле в виде гряд с промежутками между ними будет содействовать тому, что до полного стаивания снега с полей не будет стекать вода; каждый сугроб до тех пор, пока он совсем не стает, будет представлять собой плотину, задерживающую сток воды, которая и будет просачиваться на месте. Для достижения этого в тех случаях, когда поле имеет уклон, необходимо вести дело так, чтобы гряды снега шли поперек ската; при таком условии сток воды с полей будет доведен до наименьших размеров и земля пропитается наибольшим количеством воды. Из всего этого ясно видно, какую огромную важность может иметь уход за распределением снега на полях,

если оно войдет в обычай. Повидимому, ничто не может препятствовать этому, так как зимою деревенское население большею частью остается без работы.

Достигнуть задержания на полях снега можно и другими способами, например разведением толстостебельных высоких растений, как, например, кукурузы или подсолнечника, если у них убирать только шляпки и початки, оставляя стебли на зиму в поле. Несмотря на то, что подсолнечник, например, растет редко, его стебли, как показывают наблюдения, достаточны для задержания снега. На поле с подсолнечными стеблями снег ложится ровным слоем, но вокруг каждого стебля остается узкая воронка, почти до самой земли. Для просачивания снеговой воды в землю эти воронки имеют весьма важное значение, потому что весною снег здесь протаивает скоро до самой земли и на таких местах начинается первое поглощение снеговой воды; этому способствует отчасти и то, что возле твердых предметов, отражающих солнечные лучи, снег тает быстрее; просачивание воды затем будет происходить на краях таких круглых проталин, которые по мере таяния снега становятся все шире и шире.

Хорошо задерживают снег на полях также высокие сорные травы. Во многих местах черноземной полосы произрастание высоких будяков служит, например, приметою того, что урожай будет на следующий год хороший. Хозяева считают эти растения указателями хорошего урожая в следующем году, полагая, что произрастание будяков указывает на особое плодородие почвы; но дело, очевидно, не в этом, а в том, что будяки превосходно задерживают снег и потому весною земля на таком поле сильно и глубоко промачивается.

Наконец, указывается некоторыми нашими хозяевами еще следующий способ для достижения той же цели. При посеве озимей в конце июля или в начале августа вместе с ними советуют высевать в небольшом количестве семена какого-нибудь быстро растущего ярового растения, например горчицы, сурепы и т. п. Растения эти, быстро врастая, погибают затем

при наступлении морозов, и их остающиеся стебли способствуют задерживанию снега на озимом поле, т. е. лучшему промачиванию земли зимою и весною, а следовательно, и предохранению земли в течение весны и лета от вредного влияния засух.

Скопление зимою на полях снега представляет, как мы видим, весьма важное средство к борьбе с засухами; не нужно, однако, думать, что одним этим средством хозяин может достигнуть многого. При большом снеге земля к весне будет действительно хорошо пропитана водою, но если после этого не будут применяться средства для сохранения накопленной таким образом воды, то пользы от нее получится мало, потому что и влажная земля может высохнуть очень быстро без употребления мер против такого высыхания. Мне приходилось видеть хозяйства, где лесные опушки и изгороди разведены в больших размерах исключительно для удержания снега, но при этом не обращается достаточного внимания на такую обработку полей, которая по возможности устраняла бы высыхание почвы. Урожаи в таких хозяйствах возле самых опушек действительно несколько лучше, но их, во всяком случае, далеко нельзя считать удовлетворительными. Кроме этих есть хозяйства и другие, в которых никаких особенных средств для задержания снега на полях не употребляется, но обработка земли вполне разумна и направлена к тому, чтобы как можно лучше сберечь в почве зимнюю влагу; в таких хозяйствах получаются превосходные урожаи из года в год, несмотря на засухи. Очевидно, следовательно, что в борьбе с засухами главное значение имеет разумная обработка земли, и потому хозяева должны посвящать ей особенное внимание.

Нужно заметить, что некоторые приемы обработки имеют огромное значение и при зимнем накоплении влаги в почве. Из таких приемов наибольшего внимания заслуживает разрыхление земли с осени, потому что им облегчается просачивание в почву воды в течение зимы и весны, т. е. в то именно время,

когда почва обыкновенно запасается водою; земля, вспаханная с осени, оказывается к весне несравненно более влажною, чем земля, оставленная на зиму в плотном состоянии. Наблюдения в Екатеринославской губернии, на которые я ссылался уже не раз, и в этом вопросе дают нам драгоценные указания. Весною 1891 г. содержалось воды:

	В земле, вспаханной с осени	В земле, с осени не вспаханной
До глубины 2 вершков	30.0%	25.6%
От 2 до 6 »	26.3	21.0
» 6 » 8 »	25.8	14.7
» 8 » 12 »	24.6	15.0
» 12 » 16 »	23.3	15.5
Среднее	26.0%	18.4%

Если к этим цифрам приложить ту же мерку, какою мы пользовались раньше, т. е. если из них вычесть 14% бесполезной для растений воды, то мы получим в земле, паханной с осени, 12% полезной воды, или 96 000 пудов на десятине, что достаточно для урожая зерна более 100 пудов. В земле, не паханной с осени, полезной воды было всего 4.4%, или 35 000 пудов на десятине, что может дать урожай менее 40 пудов зерна. Кроме того, нельзя не обратить внимания, что в почве, не паханной с осени, полезная для растений вода находилась в почве только до глубины 6 вершков; между тем наибольшую важность имеет вода, находящаяся в более глубоких слоях, которая не так скоро испаряется из почвы и питает растения в самое сухое время года.

В коротких словах содержание этого второго чтения может быть выражено таким образом: для борьбы с засухами необходимо пользоваться всякими средствами, какие имеются под руками, для задержания на полях возможно больших количеств снега, и, кроме того, весьма важно как для озимых, так и для яровых посевов пахать землю еще с осени, чтобы облег-

чить просачивание в нее зимней и весенней воды. Только эти средства для борьбы с засухами имеются у хозяина в течение той части года, когда происходит пропитывание почвы водою. Следующие чтения будут посвящены рассмотрению тех средств, какие должен употреблять хозяин для борьбы с засухой в течение другой части года, которую можно назвать временем высыхания земли.



РАЗЛИЧНЫЕ СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ВО ВРЕМЯ ЕГО ОБРАБОТКИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ; СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА, ОТ КОТОРЫХ ЭТО ЗАВИСИТ; ВЫСЫХАНИЕ ПОЧВ ПРИ ПРОИЗРАСТАНИИ НА НИХ РАСТЕНИЙ

Приступая к рассмотрению того, в каком состоянии должна быть земля в промежуток времени с весны до осени, чтобы вода, накопившаяся в почве зимою, принесла наибольшую пользу растениям, я должен начать с разъяснения некоторых свойств чернозема, так как без этого были бы не вполне понятны некоторые полезные практические приемы при его обработке.

Обыкновенно говорят, что при обработке земель мы стремимся разрыхлить их до большей или, меньшей глубины. Выражение это, однако, не вполне точно, или лучше сказать, недостаточно ясно. Если взять для примера чернозем, то всякому известно, что разрыхлением его можно довести до различного состояния; почти весь пахотный слой при некоторых приемах обработки можно довести до порошковатого состояния, при котором между отдельными мельчайшими частицами чернозема не будет никакой связи; употребляя другие приемы обработки, пахотный черноземный слой можно разбить на небольшие отдельные комочки, не имеющие между собою никакой связи, но при этом в отдельных комках частицы будут прочно склеены между собою; наконец, пахотный слой чернозема может быть обращен обработкою в отдельные крупные комья или

глыбы. Во всех этих трех случаях чернозем можно назвать разрыхленным, но очевидно, что результаты разрыхления будут далеко не одинаковы. Поэтому в настоящее время, говоря об обработке почв, не ограничиваются указанием только на разрыхление, но говорят, что цель обработки заключается, между прочим, в том, чтобы изменить строение почвы, придать ей такое строение, которое для произрастания растений наиболее благоприятно.

Очевидно, что мы можем изменить строение не всякой почвы; когда почва состоит, например, из сыпучего песка, то между ее частицами не бывает никакой связи, и при обработке таких почв все дело сводится к тому, что мы, так сказать, пересыпаем зерна песка с одного места на другое, причем расстояние между отдельными зернами несколько увеличивается, т. е. почва разрыхляется, но строение ее остается таким же порошковатым. Только у таких почв строение изменяется при обработке, у которых отдельные частицы могут слепляться или склеиваться между собою; этим свойством чернозем обладает в высокой степени.

Для нас весьма важно знать, что именно склеиваются между собою частицы почв, способных принимать комковатое строение, и при каких условиях комки имеют бо́льшую или меньшую прочность. Точные исследования показали, что в почвах есть два вещества, обладающие в сыром состоянии липкостью и потому склеивающие отдельные частицы почвы; одно из этих веществ — глина, не та, которая употребляется для выделки кирпичей и представляет на самом деле смесь глины с песком, но совершенно чистая глина, такая, например, которая употребляется на выделку фарфора; кроме глины еще большею липкостью обладают некоторые части перегноя, именно те, которые после перегнивания растительных остатков превратились в совершенно бесформенную массу. В черноземе находится много и глины, и бесформенного перегноя, и потому чернозем, как я уже сказал, в высокой степени отличается способностью принимать комковатое строение.

Глина и перегной, склеивая отдельные частицы почвы, действуют как цемент при всякой каменной кладке; но между этими двумя веществами есть глубокое различие. Взявши смесь глины и песка и смочивши ее, мы можем сделать из нее комок, который после высыхания сделается твердым и крепким, так что разбить его можно с трудом; если смочить такой кусок после его высыхания и дать ему опять высохнуть, то прочность комка не изменится. Это значит, что при попеременном намокании и высыхании глина не теряет свойственной ей липкости.

Липкие частицы перегноя отличаются совсем другими свойствами; они образуются только во влажной почве и, оставаясь влажными, обладают липкостью в десять раз большею, чем глина; но если сделать комок, склеенный перегнойными частицами, и высушить его, то он остается крепким только до нового смачивания; смочивши такой высохший кусок водою, мы увидим, что он легко разрушается, т. е. связь между его частицами исчезнет, или, другими словами, липкость перегнойных частиц уничтожается. Чтобы сделать их опять липкими, нужно оставить их на несколько времени во влажном состоянии, причем они перегниют дальше, и из них образуются новые вещества, сходные по свойствам с прежними, т. е. обладающие липкостью, потому что они не подвергались еще высыханию. Перегной не только сам теряет липкость, но уничтожает при высыхании и липкость глины, если он с нею смешан.

Этим объясняется одно весьма важное свойство чернозема. Когда при пахоте чернозем превращается в крупные глыбы, то известно, что глыбы эти бывают очень крепкие, так что их можно разбить только с весьма большими усилиями. Но как только пройдет дождь, глыбы промокнут, то после этого они распадаются даже от собственной тяжести и без труда разбиваются вполне даже легко бороною; в это время между частицами чернозема нет обычной липкости, и чернозем легко распадается в порошок или делается, как говорят наши хозяева, пушистым. Пролежавши влажным, чернозем приобретает

опять липкость, и это может служить признаком совершившегося в нем гниения.

Комки чернозема и вообще комки всяких почв, содержащих много глины, могут также разрушаться размыванием, и этот способ разрушения их имеет большую важность для сельскохозяйственной практики. Если взять совершенно чистую фарфоровую глину, растереть ее с водою так, чтобы не осталось даже мельчайших комочков, и затем взболтать ее в воде, то получится жидкость молочно-белого цвета; глина при этом будет распущена в воде, и если мы возьмем каплю такой жидкости и рассмотрим ее под микроскопом, то не заметим в ней никаких отдельных частичек; вся глина как бы равномерно расползается в воде. Если оставить такую смесь на долгое время, то оказывается, что жидкость остается такою же молочно-белою даже по истечении двух лет; это значит, что глина не оседает из воды. Стоит, однако, прибавить к такой жидкости какой-нибудь соли, растворенной в воде, например обыкновенной поваренной соли, и глина тотчас же начнет свертываться в клочья и осядет на дно; это сделается тем скорее, чем больше соли будет прибавлено.[7]

Все это напоминает нам другое явление, которым часто пользуются в практической жизни. Если взять белок куриного яйца, слегка взбить его и размешать в воде, то получится жидкость, в которой белок будет незаметен; но если мы нагреем такую смесь, то белок свернется в клочья и сядет на дно, и это сделается тем скорее, чем сильнее мы нагреем смесь.

Очевидно, что белок и глина в этих двух случаях обладают сходными свойствами, но только белок свертывается от нагревания, а глина от прибавки соли.

Указанным свойством белка часто пользуются для очищения мутной грязной воды. Если в такой воде распустить сырой белок и затем нагреть воду, то белок свернется и своими волокнами захватит, как сетью, всю муть, бывшую в воде. Получится грязный сверток белка и совершенно чистая прозрачная вода; волокна свернувшегося белка, захватывая грязные частицы,

как бы склеивают их между собою и не дают им отделяться друг от друга.

Точно так же действует в почве и глина; в почве нет совершенно чистой воды, а только вода, содержащая в растворе соли, и потому в почве глина остается свернутою и своими волокнами связывает другие частицы тем сильнее, чем больше в почве солей; поэтому солончаковые почвы и отличаются особенно большою плотностью и также крепостью их комьев.

Комки почвы размываются, однако, *дождевою водою, в которой нет солей, свертывающих глину*; дождевая вода действует таким образом, что сперва вымывает из комков почвы соли, и уже только после этого комки начинают расползаться и совершенно расплываются вследствие распускания в воде глины, которая в таком состоянии уже не может удерживать в связи почвенных частиц. Понятно, что чем меньше в почве солей, тем размывание комьев происходит скорее.

После размывания комков на поверхности почвы образуется сплошной слой, или так называемая корка. В первое время между частицами корки нет связи, вследствие того что в ней нет солей; но как только после дождя почва начнет высыхать, то корка высасывает воду из нижележащих слоев, но это будет уже не чистая вода, а вода, содержащая соли, которыми глина, находящаяся в корке, свертывается и связывает частицы почвы между собою; корка после этого делается крепкою. Поэтому, если бороной разбить корку после ее высыхания, то получаются крепкие, прочные комки; разбивая бороною корку до ее высыхания, мы легко можем превратить ее в порошок; поэтому никак не следует разрушать корку вскоре после дождя, но необходимо дождаться, чтобы она высохла до некоторой глубины, например, до 1/2 или 1 вершка, потому что комковатое строение пахотного слоя, и в особенности верхнего слоя пашни, наиболее благоприятно для сохранения в почве влажности и для усиления плодородия почвы вообще.

Я сказал уже раньше, что чернозем может иметь различное строение. Если он не обработан, то имеет вид сплошного

плотного слоя. В этом состоянии он весьма трудно проницаем для воды; выпадающая дождевая вода застаивается на нем в низинах или в значительном количестве стекает по его поверхности, если имеется уклон. Положивши влажный чернозем в какой-нибудь сосуд с отверстием в дне его и уплотнивши землю по возможности, мы едва ли в состоянии довести до такой значительной плотности, какую приобретает сам собою чернозем, если он долго не пашется. Если на такой искусственно уплотненный черноземный слой налить воды, то мы увидим, что вода не пройдет сквозь него в течение нескольких дней при толщине слоя почвы не более 4—5 вершков. Очевидно, что такое состояние чернозема весьма неблагоприятно для накопления в нем влажности; оно столь же неблагоприятно и для сбережения в нем той влаги, которая просочится в почву. В плотном черноземе на всей глубине будут волосные скважины, по которым вода беспрепятственно присасывается к верхнему высыхающему слою, откуда она постоянно испаряется в воздух. Поэтому чернозем в плотном состоянии очень скоро высыхает во время сухой погоды до значительной глубины.

Если чернозем разрыхлен до порошковатого состояния, то можно думать, что этим придается ему наибольшая степень рыхлости. В такое состояние, называемое, как я уже сказал, пушистым, особенно легко приводится чернозем после смачивания дождями глыбистой пашни, если ее разбороновать чрезмерно. Подобное строение чернозема тоже весьма неблагоприятно для накопления и сбережения в нем влажности. Если порошковатый чернозем положить в сосуд с отверстием внизу и потом налить на него воды, то мы увидим, что отдельные частицы на поверхности порошковатого слоя очень скоро сольются, а если они были влажны, то и слипнутся между собою и образуют на поверхности слой, трудно проницаемый для воды. На порошковатой пашне при дождях образуется обыкновенно такая же непроницаемая корка, и во многих случаях можно видеть, что по поверхности такой пашни сте-

кает в обилии дождевая вода, а между тем пашня оказывается смоченною только с поверхности: в более глубоком слое ее мы найдем совершенно сухой порошок. При образовании корки на поверхности порошковатой пашни вода в пахотном слое, если она в нем есть, точно так же растрачивается очень быстро, подобно тому как и в плотной непаханной земле. Вода в почве присасывается посредством волосного движения с особенною силою к наиболее плотным частям почвы, а так как корка на поверхности в подобных случаях представляет наиболее плотный слой пашни, то вода с особенною силою присасывается к поверхности пашни и отсюда быстро испаряется в воздух. Порошковатая пашня с коркою на поверхности представляет поэтому одно из неблагоприятных состояний чернозема, если имеется в виду сохранить в нем влажность.

Еще хуже этого глыбистая пашня. Хотя между большими комьями дождевая вода беспрепятственно проходит в лежащий под ними плотный, не тронутый при пахании слой, но самые комки, будучи очень плотны, промачиваются очень медленно водою, которая к тому же очень легко с них скатывается. Но в особенности неблагоприятна глыбистая пашня для сохранения в почве воды; в почве непаханной потеря воды происходит только на поверхности, между тем как из комков вода легко и быстро испаряется со всех сторон каждого комка. Кроме того, из глубоких слоев непаханной почвы вода передается к поверхности только волосным движением, между тем как при глыбистой пашне большие комья совсем не прикрывают лежащего под ними плотного слоя и потому вода испаряется в воздух прямо из него, следовательно высыхают одновременно и пахотный и плотный слои, т. е. потеря воды из почвы бывает самая большая, какая только возможна.

Наиболее благоприятным следует считать такое состояние чернозема, когда пахотный слой состоит из мелких комочков. При этом чернозем пропускает сквозь себя воду очень легко по щелям между отдельными комочками; плотный слой хорошо бывает прикрыт комковатым пахотным слоем, так что он почти

совсем не высыхает; волосное движение воды по комковатому слою значительно затрудняется, потому что между комками нет волосной связи, или связь эта очень мала. Кроме того, комковатое строение пахотного слоя представляется наиболее прочным по сравнению с другими формами строения; если выпадает дождь на комковатую пашню, то комочки верхнего слоя не сразу размываются водою, а только после продолжительного дождя, потому что размывание комочков, как я уже сказал, начинается только после того, когда из комочков вода вымоет все растворимые в воде соли, а для этого требуется довольно продолжительное время. При сильных дождях, однако, и на поверхности мелкокомковатой пашни образуется корка от размывания комков; такая же корка образуется на земле, вспаханной с осени, к весне. Оставлять пашню с коркою на поверхности невозможно, потому что при каждом последующем дожде сквозь корку вода не проникла бы в пахотный слой и высыхание земли под коркою происходило бы быстрее, потому что, как я уже сказал, корка усиленно присасывает волосную воду и испаряет ее в воздух. Поэтому обыкновенно стараются разрушить корку как можно скорее; но слишком торопиться в этом деле не следует; при разрушении корки не просохшей на поверхности пашни легко может получиться порошковатая или пушистая земля, которая опять быстро сливается в корку даже при очень незначительном дожде, и тогда ее снова придется разрушать. Еще хуже бороновать пашню, когда корка еще совсем сыра: тогда земля под зубьями бороны смазывается и при высыхании образует корку другого рода, — неровную, но еще более плотную, а потому и более вредную, потому что чем плотнее верхний слой, тем сильнее и скорее он высасывает воду из слоев более глубоких. Необходимо, как я уже сказал, дать корке просохнуть, причем она всосет снизу воду с растворенными в ней солями и от этого при действии бороны распадется на крепкие комочки, потому что соли, принесенные с водою из нижнего слоя в корку, заставят глину свернуться и склеить отдельные частицы,

составляющие корку. Комочки, образующиеся при разбивании просохшей корки, расплываются и образуют снова корку только после сильных дождей; малые дожди на них не действуют, и потому почва остается проницаемою для воды и воздуха гораздо более.[8]

В таком состоянии чернозем можно уподобить песчаным почвам в некоторых отношениях; песчаные почвы обыкновенно легко пропускают воду, которая проникает в них до значительной глубины, так что каждый выпадающий дождь, даже небольшой, приносит на таких почвах пользу растениям. Кроме того, волосное движение воды в песчаных почвах обыкновенно так слабо, что к верхнему, высыхающему слою не может приходить вода из глубоких слоев; вода в песчаных почвах сохраняется гораздо лучше, чем в плотном неразрыхленном черноземе. Поэтому в особенно сухие годы, как, напр., в 1891 г., на песчаных почвах получаются все-таки сносные урожаи, а при достаточном удобрении даже и хорошие. Песчаная почва неблагоприятна тем, что содержит очень мало веществ для питания растений, а потому урожаи на ней без удобрения бывают невелики, но зато на такой почве не может быть и резких колебаний в урожаях, как на столь плодородных черноземных почвах. В 1891 г. мне пришлось видеть очень хорошие урожаи ржи на очень бедных песчаных почвах, напр., в Вятской и Тамбовской губерниях. При надлежащем уходе чернозем может соединять в себе благоприятные свойства песчаной почвы с высоким плодородием, ему свойственным, если его поддерживать в рыхлом, губчатом состоянии, с мелкокомковатым слоем на поверхности пашни, который не должен иметь волосной связи с нижними слоями пашни.

Чтобы разъяснить это, представим себе, что чернозем закрыт слоем соломы; солома не будет высасывать воду из почвы; а между тем будет предохранять ее от прямого влияния солнца и сухого воздуха; почва под слоем соломы останется влажною, хотя солома будет суха. Точно то же будет, если мы прикроем чернозем слоем песка в 1/2—1 вершок

толщиною; под песком чернозем остается влажным, как и под слоем соломы, и причина этого в обоих случаях будет та же самая: отсутствие волосной связи между черноземною почвою и покровным слоем песка или соломы. На каждой пашне мы можем образовать такой же покровный слой, но не из песка или соломы, а из самой почвы, которую мы обрабатываем. Для этого требуется только не давать верхнему слою пашни сливаться с ее нижним слоем в один сплошной слой; в каждом случае, когда замечено будет такое слияние верхнего слоя с нижним, необходимо тотчас же отделить верхний слой от нижнего, разрыхливши почву бороною или экстирпатором. Верхний рыхлый слой, толщиною в 1—1$^1/_2$ вершка будет представлять тогда покровный слой, который при сухой погоде очень быстро высыхает, но высыхание его не сопровождается высыханием нижнего слоя пашни; тотчас же под верхним сухим покровным слоем мы найдем землю совершенно влажною. Покровный слой не всасывает воду из нижнего слоя и потому остается сухим; нижний слой защищается от прямого влияния солнца и сухого воздуха верхним покровным слоем и не передает этому слою своей воды, а потому остается влажным очень долгое время. В верхнем покровном слое, конечно, не происходит гниения вследствие его сухости и вообще не может подготовляться пища для растения, но это и не важно, потому что корни растений не будут распространяться в этом слое; они по преимуществу разрастаются там, где находят пищу и воду.

Высыхание таких почв, на которых совсем нет растений, происходит вследствие испарения воды из верхнего их слоя. Почвы с произрастающими на них растениями высыхают иначе. Еще в недавнее время думали, что под живыми растениями в почве сохраняется влажность, но это мнение было ошибочно; думали так, потому что ограничивались только наблюдением верхнего слоя почвы; этот слой под растениями, защищенный от влияния солнца и ветра, действительно бывает влажнее верхнего слоя голой почвы. Но если мы раскопаем почву

до большей глубины, то увидим совсем другое. На прошлом чтении я указал, что растения для образования 1 пуда сухого вещества высасывают из почвы около 300 пудов воды и урожай с десятины в 100 пудов зерна и 200 пудов соломы сопровождается расходом воды в 90 000 пудов, т. е. уменьшает содержание воды в слое почвы глубиною до 1 аршина почти на 12%. Вся эта вода берется корнями растений из почвы, переходит затем в листья и испаряется из них в воздух. Но корни высасывают воду не из верхнего слоя, а с некоторой глубины; при произрастании растений почва высыхает не сверху, но самым сухим слоем оказывается тот, где распространяется наибольшее число растительных корней. Если взять рядом два участка земли и один из них засеять, а другой оставить незасеянным, то при точных исследованиях оказывается, что почва при произрастании на ней растений всегда без исключения высыхает гораздо сильнее, чем такая же почва без растений. Различные растения пускают корни до различной глубины, а потому и высушивают почву на разной глубине. Следующий пример представляется в этом отношении весьма интересным. Взяты два участка одной и той же земли, лежащие рядом, и один из них нарочно оставлен без растений, а другой был засеян люцерною, травою, которая имеет очень глубокие корни. 2 апреля влажность почвы на обоих участках была такова:

	Без растений	Под люцерною
На глубине $1/2$ фута	29.3%	27.0%
» » $1^1/_2$ »	21.5	21.4
» » $2^1/_2$ »	13.6	10.0

Весною, следовательно, различие во влажности было небольшое, но при исследовании 6 августа оказалось совсем иное, и влажность почвы была такова:

	Без растений	Под люцерною
На глубине $1/2$ фута	28.0%	24.3%
» » $1^1/_2$ »	18.9	10.4
» » $2^1/_2$ »	16.6	3.0

Различие во влажности верхнего слоя и в это время было небольшое; но чем глубже, тем земля под люцерною была суше, так что на глубине $2^1/_2$ фут. почва под люцерною была почти суха и содержала всего 3% воды. Очевидно, что глубокие корни люцерны брали воду по преимуществу из самых глубоких слоев почвы, которые от этого и сделались совершенно сухими.

Эти сведения о высыхании почв при произрастании на них растения указывают нам, что при обработке земель, желая сохранить в почве как можно более влажности, мы никак не должны допускать разрастания на пашне диких сорных растений. Вред от их произрастания громаден. Почва под ними высыхает очень сильно и, что всего хуже, не сверху, а на той глубине, где потом будут распространяться корни культурных растений; следовательно, влаги в почве не будет как раз там, где она всего более нужна. Кроме того, высыхание верхнего слоя не столь вредно еще потому, что верхний слой может быть промочен и небольшим дождем, тогда как промачивание почвы до значительной глубины может происходить только зимою. Если посеять озими на земле, высушенной травами, то даже и после небольших дождей всходы могут быть хороши на первое время, пока у растений будут неглубокие корни. Но как только корни дойдут до более глубокого высохшего слоя, то развитие их, а следовательно и развитие всего растения, приостановится. Растения пойдут в зиму слабыми, и корни у них будут только в верхнем слое: такие растения сильнее страдают и от морозов и от засухи, если она случится на следующую весну. Произрастание сорных трав на пашне вредно и в другом отношении: они пользуются пищею, которая назначается для того растения, какое мы хотим посеять, и, следовательно, оставляют для этого растения землю в худшем состоянии. По всем указанным причинам истребление сорных растений в самой ранней их молодости должно составлять одну из главных задач хозяина, если он желает предохранить разводимые им растения от вредного влияния засух.

Начиная со следующего чтения, мы перейдем к рассмотрению того, в каком порядке и какими способами следует выполнять различные работы при обработке земель. Общие основания для этого мы уже имеем, и потому рассмотрение разных мелких вопросов не составит для нас затруднения.

РАЗНЫЕ ВИДЫ ПАРА; ЧЕРНЫЙ ПАР И ЕГО ОБРАБОТКА

Для различных растений приходится подготовлять почву различным образом, и это различие зависит, главным образом, от того, какой промежуток времени можно употребить на обработку.

Наиболее долгое время занимает так называемая паровая обработка земли; поле, находящееся в такой обработке, называется паровым полем или просто паром. Паровое поле обрабатывается, как известно, не всегда в течение одного и того же времени: в некоторых случаях землю пашут еще с осени и затем на другой год несколько раз повторяют обработку, начиная с ранней весны до последней трети лета. При обработке такого поля на почве все лето не бывает никаких растений; поле постоянно имеет черный цвет, и потому такой пар называется черным паром.

В других случаях начинают обработку парового поля не осенью, а уже весною или в начале лета; так как подобная обработка применяется чаще всего, то такой пар называется обыкновенным паром. Иногда его называют зеленым, потому что весною до пахоты паровое поле имеет зеленый цвет от вырастающих на нем диких трав; если паровое поле начинают пахать поздно, в конце июня, около Иванова дня (24 июня), то пар называют ивановским.

Наконец, в некоторых случаях, желая воспользоваться паровым полем, сеют на нем какое-нибудь скоро созревающее растение после первой вспашки; урожай его потом убирают, чаще всего в конце июня или позднее, и продолжают паровую обработку дальше. Такой пар называется занятым паром.

Паровая обработка производится обыкновенно под озимые растения, посев которых производится, при хорошем состоянии земли, от конца июля до половины августа. Но иногда пар предназначается для посева яровых растений; в этом случае земля обрабатывается все лето, а посев на ней производится уже в следующую весну. В тех местностях, которые страдают от засух, задачи хозяина при паровой обработке под озимые обыкновенно не те, как при паровой обработке для яровых растений. К посеву озимей необходимо запасти и сохранить в почве влагу для хорошего развития растений осенью; когда пар назначается для яровых, то содержание влаги осенью не составляет такой важности, потому что посев будет весною, а за зиму рыхлая почва успеет хорошо пропитаться водою.

Я буду иметь в виду обработку пара для озимых растений, потому что поле, хорошо подготовленное для них, будет иметь состояние, наиболее благоприятное и для яровых растений.

Мы начинаем наше рассмотрение с черного пара, как наиболее совершенного; наиболее совершенным его можно признать уже потому, что при нем почва находится в обработке наиболее долгое время, и потому всегда найдется возможность привести землю в наиболее благоприятное состояние.

Я уже указывал, что при осенней пахоте почвы в ней к весне оказывается несколько лишних процентов влаги, а каждый процент почвенной воды, прошедшей сквозь растения, соответствует увеличению урожая зерна и соломы вместе почти на 30 пудов. Но кроме этого осенняя обработка земли приносит и другие выгоды; при ней земля лучше промораживается, а ее промораживание, как давно уже замечено на практике, сопровождается лучшими урожаями. Такое благоприятное действие мороза зависит от того, что вода в почве замерзает

не везде одновременно, но в отдельных точках, между которыми земля остается некоторое время незамерзшею. К тем точкам, где начал образовываться лед, как показывают наблюдения, стягивается вода из соседних частей почвы; таким образом через некоторое время в почве оказываются отдельные гнезда льда, между которыми земля становится суше, чем прежде, потому что часть воды из нее перешла в эти ледяные гнезда. Земля при потере воды обыкновенно сжимается в объеме, ссыхается, и в ней появляется целая сеть трещин. Впоследствии такая промороженная земля распадается на мелкие комочки, очень плотные и крепкие, т. е. принимает такое строение, которое можно считать наиболее благоприятным, как это мы видели из предыдущего чтения. Промораживание почвы составляет, следовательно, одно из важных средств для придания почве лучшего строения.

Несмотря на такие выгоды осенней пахоты парового поля, хозяин не всегда должен безусловно предпочитать ее пахоте весенней: бывают случаи, когда на поле вырастают высокие сорные травы или остается очень высокое жнивье, которыми может быть задержан снег, а других средств для его задержания не имеется. В таких случаях поневоле приходится откладывать пахоту до весны, потому что земля, разрыхленная с осени, если на ней нет снега, не может сделаться влажною к весне.

Если положение дел таково, что хозяин решился на осеннюю пахоту, то является вопрос, как глубоко ее производить. На земле, свободной от трав, без всяких опасений можно пахать глубоко и оставлять почву на зиму в пластах; неровная поверхность пашни хорошо задерживает снег и потому способствует накоплению влаги в почве. Для местностей бесснежных, каков, например, Крым, где открытая земля может высыхать в течение зимы, необходимо пробороновать пашню, чтобы сгладить ее поверхность и образовать на ней покровный рыхлый слой, который будет предохранять ее от высыхания, а между тем будет хорошо пропускать сквозь себя дождевую воду.

Когда поле представляется задерневшим, когда на нем

вообще много трав или когда поле удобрено навозом, то глубокая осенняя пахота его была бы неразумна: растительные остатки или навоз, глубоко запаханные, не могли бы перегнить даже в течение всего следующего лета и, следовательно, не принесли бы будущим нашим озимым растениям никакой пользы. Всего лучше запахать их мелко; при этом они хорошо перегнивают и, кроме того, отделяют верхний рыхлый слой от нижнего плотного, не допуская между ними волосной связи; при этом условии запаханные растительные остатки и навоз представляют превосходное средство для сохранения в почве влажности во время будущей весны. Если желательно глубоко разрыхлить землю такого поля, то всего лучше пустить за плугами почвоуглубители.[9]

Вспаханное осенью поле в течение всей зимы не может подвергаться никакому уходу за исключением средств для задержания на нем снега, и работы на нем начинаются только с весны.

После ухода снега осенняя пашня обыкновенно оказывается значительно осевшею от больших количеств просочившейся сквозь нее воды; поверхность ее обыкновенно представляется сплывшейся и образует корку. Мы уже знаем, что в таком состоянии землю оставлять надолго нельзя, не рискуя сильно высушить почву. Поле необходимо пробороновать при первой же возможности; не следует только приступать к этому рано, когда самый верхний слой почвы будет еще влажен. При бороновании пашни с поверхностью еще влажною почва или будет смазываться под зубьями бороны, или же распадется в порошок и сделается пушистою, а мы уже знаем, что то и другое не хорошо; очень раннее боронование, кроме того, уничтожает благоприятное влияние зимнего промораживания почвы. Необходимо дать корке до незначительной глубины просохнуть и только тогда бороновать ее; при этом она распадается в мелкие комочки и будет представлять превосходный покровный слой, не высасывающий влаги из нижних слоев, но хорошо пропускающий сквозь себя дождевую воду и не образующий корки при небольших дождях; первое

боронование, произведенное удачно, устраняет необходимость частых боронований впоследствии. После того, как земля будет обеспечена таким образом от высыхания, дальнейшие работы на паровом поле определяются не какими-нибудь числами того или другого месяца, а только погодою и состоянием пахотного слоя.[10] Если пройдет сильный дождь и на поверхности пашни опять образуется корка, то новое боронование пашни после некоторого просыхания корки является настоятельной необходимостью, хотя бы это было всего через несколько дней после предыдущего боронования. Но если дождей нет, если покровный верхний слой остается комковаторыхлым и если между ним и нижним слоем пашни не образуется волосной связи, то никакие работы не нужны, хотя бы после предыдущего боронования прошел целый месяц.

Кроме образования корки и кроме слития верхнего слоя с нижним необходимость работ на паровом поле вызывается еще появлением сорных трав; в предыдущем чтении я указал уже, какой громадный вред приносят вырастающие на пашне травы. Из сказанного мною понятно, что хозяин никак не должен допускать разрастания сорных трав на паровом поле. Необходимо бороновать почву или обрабатывать ее мелко экстирпаторами, всего лучше с совершенно плоскими лопатами, которые хорошо подрезают корни сорных трав. Чем моложе появляющиеся травы, тем легче они истребляются; много молодых ростков сорных трав погибает на черном пару без всякого участия со стороны хозяина, а только вследствие того, что темная поверхность чернозема очень сильно нагревается солнечными лучами, а вместе с тем нагревается и воздух, находящийся возле земли; молоденькие ростки трав не выносят такого сильного жара и погибают во множестве.

Нужно заметить, что из числа сорных трав многие принадлежат к растениям однолетним, т. е. семена их прорастают весною и вышедшие из них растения дают новые семена в то же лето. Обыкновенно полагают, что борьба с такими травами очень легка: стоит только истреблять эти растения

в то время, когда у них семена еще не созрели, и растения эти скоро исчезнут. На самом деле это не так просто. Однолетние растения приносят семена иногда уже в начале лета; семена эти осыпаются, попадают иногда в самые благоприятные условия для прорастания, но обыкновенно в то же лето не прорастают, а дают всходы только будущею весною. Им, повидимому, нужно вынести зимние морозы для получения способности прорастать; многие семена не дают всходов до второй весны, иные до третьей и т. д. Из этого видно, что очень большое количество семян сорных трав имеет способность сохраняться в земле, не прорастая в течение нескольких лет. Для растений это является приспособлением, благоприятным для их существования; если бы все они прорастали в то же лето, как созревают, то при наступлении морозов молодые растения все погибли бы; если бы все они прорастали в следующую весну, то существование их тоже было бы необеспечено: иногда случаются поздние морозы, иногда сильные засухи и т. д., и в это время погибает множество растений. При сохранении в земле способных к прорастанию, но не прорастающих семян однолетние растения обеспечены в своем существовании против таких неблагоприятных случайностей. Из этого видно, что и те растения, которые считаются однолетними, в строгом смысле слова растения многолетние, но они отличаются от других многолетних растений тем, что остаются живыми в течение нескольких лет в виде семян.

Вследствие этого в каждой почве находится огромное количество семян, и было бы с нашей стороны большою ошибкою, если бы, истребивши одно поколение сорных растений, мы стали думать, что этим избавились от борьбы с такими же травами на будущее время. Хозяин должен постоянно и неослабно бороться с ними.

Другой разряд сорных трав принадлежит к числу многолетних растений; они ежегодно выкидывают стебли, приносят семена, затем стебли их отмирают до самой нижней части, где закладываются почки для развития новых стеблей в будущем

году. Из них для хозяйства особенно обременительны те, у которых есть так называемые корневища, или те, у которых могут образоваться так называемые прибавочные почки на корнях. К числу растений с корневищами принадлежит известный всем в черноземной полосе пырей; у него есть стебли двоякого рода: 1) вертикальные, вырастающие весною, приносящие семена и умирающие осенью; 2) стебли, остающиеся постоянно в земле и разрастающиеся горизонтально. Это и есть то, что называется корневищем. В корневищах у пырея отлагается, как в запасном магазине, целый склад материалов для образования новых стеблей, выходящих наверх и дающих семена. Если у пырея срезать надземные стебли, то взамен их из корневища вырастают новые. Если корневище перерезать или разорвать на куски, то из каждого вырастают особые стебли, и чем земля рыхлее и влажнее, тем лучше разрастается пырей. Из этого видно, что истребление его представляет большие затруднения.

Еще труднее при обычных приемах обработки истребить травы, у которых есть способность образовывать прибавочные почки на корнях; к числу таких трав принадлежат известные всем осот и березка. У них под землею стелятся горизонтальные длинные корни; если стебель их почему-нибудь погибнет, то на горизонтальных корнях вслед за этим образуется множество почек, из которых взамен одного прежнего стебля появляется множество новых. Корни у этих растений представляют такие же запасные магазины, как корневища у пырея, и если эти корни разорвать на куски, то на каждом из них в сырой земле образуется особая почка, из которой вырастает стебель. Как эти травы, так и пырей нельзя истребить глубоким паханием, которое способствует их разрастанию. Но эти особенно докучные травы истребляются во время паровой обработки, если постоянно подрезать их всходы на небольшой глубине экстирпатором или истреблять их бороною, не давая им образовать зеленые листья. Всходы их образуются за счет запасных веществ в корнях или корневищах; при истреблении

этих всходов появляются другие всходы на счет того же запаса; после истребления этих появляются третьи всходы и, может быть, четвертые; но, наконец, запас веществ в корнях и корневищах истощается, и травы эти истребляются окончательно. Мелкое подрезание почвы экстирпаторами (для этого всего лучше, как я сказал, совершенно плоские лапы) или боронами, составляя лучшее средство для сбережения в земле влаги, может считаться вместе с тем и лучшим средством для истребления многолетних трав, имеющих корневища или прибавочные почки на корнях. Из сказанного мною ясно, что однократное боронование или вообще однократное поверхностное разрыхление пашни только в редких случаях бывает достаточно, но что эту работу приходится повторять по мере надобности, т. е. по мере того как появляются всходы сорных трав или образуется корка на поверхности земли.

Поверхностное разрыхление пашни продолжается до средины лета; к этому времени пашня уплотняется от собственной тяжести и от просачивания в нее воды во время дождей; в такой уплотнившейся земле гниение растительных остатков и вообще подготовка пищи для будущих растений происходит медленно и слабо. Является вопрос о необходимости вторичного перепахивания пашни или двоения. В большинстве случаев наши хозяева считают двоение неизбежно необходимым и двоят землю во что бы то ни стало и очень часто двоят глубоко. Между тем признавать двоение неизбежно необходимым при всяких обстоятельствах — большая ошибка; в некоторых случаях, необходимо, напротив, совсем не двоить пашни.

В самом деле, представим себе, что погода стоит очень сухая; рыхлый верхний слой пашни бывает тогда совсем сух; даже и ближайшие к нему части плотного слоя становятся несколько суше. При двоении почвы в таком состоянии сухая земля запахивается в глубину, а на верх выворачивается плугом сырая земля, которая в свою очередь очень быстро высохнет, и получится совершенно сухой слой земли до той глубины, до которой произведено было двоение. Хозяин,

желавший того, чтобы подготовка пищи для будущих растений усилилась от разрыхления земли, добивается, наоборот, того, что вследствие высыхания почвы всякая подготовка пищи для растений в разрыхленном слое прекратится совершенно. Влага из почвы будет потеряна, и хозяин поставлен будет в необходимость или сеять в совершенно сухую землю, или ждать дождей, а иногда дождей совсем не бывает в течение месяца и даже двух; так, напр., в прошлом году на юге дождей не было от начала августа до первых чисел октября, и многие хозяева совсем не сеяли озимей, а если кто и сеял, у того всходы появились уже в октябре, и озими пошли в зиму очень слабыми.

Очевидно, что при таких условиях лучше совсем не двоить; и в самом деле, осенью 1891 г., после очень сухого лета, только у тех хозяев были хорошие всходы озимей, которые не двоили паров и тем сберегли в них влагу. В недвоенной земле хотя подготовка пищи ослабляется, но не прекращается совсем; кроме того, растения, посеянные в землю, сохранившую в себе влагу, могут воспользоваться тем, что успеет подготовить для них земля; между тем при высыхании после двоения растения совсем могут не дать всходов, а если всходы при дождях и появятся, то растения все-таки найдут в земле меньше пищи по сравнению с тем, что находят они хотя в недвоенной, но все-таки влажной земле.

Если двоение невозможно вследствие сухой погоды, то обыкновенно требуется редко и разрыхление поверхности пашни, потому что при сухой погоде она не уплотняется; но если бы произошло соединение верхнего слоя с нижним или появились бы сорные травы, то следует попрежнему разрыхлить верхний слой бороною или экстирпатором. При поздних дождях незадолго до посева, хотя бы пашня и была промочена, то все-таки лучше не двоить, потому что большая рыхлость земли во время посева обыкновенно неблагоприятна для растений, и в особенности для пшеницы.

При правильной обработке пара с весны, когда на земле лежит сухой слой незначительной толщины, двоение в боль-

шинстве случаев бывает возможно и выгодно; при таком состоянии пашни даже и небольшой дождь может промочить всю сухую землю на поверхности пашни, а когда земля сыра до самой поверхности, то двоить ее возможно и выгодно. При двоении в глубину будет запахиваться сырая земля и, следовательно, почвенная влага не будет потеряна, а между тем после разрыхления почвы подготовка пищи для растений в ней усилится. В этом случае после двоения и до посева обработку ведут дальше таким же образом, как с весны и до двоения, т. е. разрыхляют верхний слой бороною или экстирпатором при всяком образовании корки или при появлении сорных трав, не торопясь разбивать корку, пока она влажна, но и не давая земле просыхать глубоко. Самое лучшее — не давать ей высыхать глубже одного вершка.

Перед посевом, как я уже сказал, необходимо дать земле слежаться; это необходимо, между прочим, по следующим причинам. Когда посев будет окончен и появятся всходы, то хозяин уже ничего не может сделать с землею, если она получит неблагоприятное строение, напр. если на ней образуется корка. Потому еще до посева нужно принять меры к тому, чтобы после посева земля как можно долее оставалась в благоприятном для растений состоянии; слегание земли перед посевом представляет именно то средство, которым достигается прочность благоприятного состояния земли после посева. Если земля перед посевом очень рыхла, то при работах во время посева она легко может принять порошковатое строение и после этого легко образует корку, даже при незначительных дождях; напротив, если земля перед посевом слежится, то при работах во время посева, она получает комковатое строение; комочки, высыхая, становятся крепкими и прочными и не легко размываются дождями. Почва долгое время при таком состоянии сохраняет рыхлую поверхность, т. е. остается легко проницаемою для воды и воздуха, а свободный доступ воздуха к корням растений способствует сильному развитию как корней, так и листьев. Растения хорошо

разовьются, корни их пройдут на значительную глубину, и, следовательно, растения будут потом пользоваться глубоким слоем почвы; так как в глубине влага сохраняется долго, то глубина разрастания корней представляется одним из важных средств в борьбе растений с засухами.

При сохранении влаги в почве парового поля до посевов почва и в зиму пойдет влажною; зимою к этой воде прибавится огромное количество снеговой воды, и с будущей весны растения будут находиться в наилучших условиях, какие только мы можем им доставить.

Хорошо и дурно обработанный черный пар ко времени посева сохраняет разные количества воды; следующий пример может показать, как велика бывает эта разница. При исследованиях в Екатеринославской губернии на одном поле черный пар, вспаханный осенью на 4 вершка, несколько раз разрыхлялся поверхностью в течение весны и лета экстирпаторами, но не двоился; на другом поле, тоже в черном пару, хотя не было трав, оно тоже не двоилось, но забот о постоянном присутствии рыхлого покровного слоя на поверхности не прилагалось. В почве этих полей содержалось воды в 1892 г.:

	В марте		В сентябре	
	поле с покровным слоем	поле без покровного слоя	поле с покровным слоем	поле без покровного слоя
До глубины 2 вершков	33.18%	26.78%	19.06%	10.89%
От 2-х до 6 »	24.45	23.59	22.92	15.97
» 6 » 8 »	22.54	22.97	22.34	15.61
» 8 » 12 »	22.56	21.54	21.78	16.48
» 12 » 16 »	20.62	20.40	20.10	15.08
» 16 » 24 »	18.23	18.38	18.23	16.30
Среднее	23.26%	22.28%	20.74%	15.05%

Весною почва обеих полей была почти одинаково влажна, но к осени почва одного поля значительно высохла, тогда как в другом содержание воды уменьшилось незначительно. Между тем и то и другое поле было в черном пару. Этот пример может служить превосходным пояснением того, насколько важно иметь на поверхности пашни постоянно рыхлый покровный слой. При отсутствии его почва при одинаковых условиях потеряла втрое больше воды, чем при постоянном существовании такого слоя.

Все сказанное мною во время настоящего чтения дает общие основания для решения вопросов, какие возникают при обработке черного пара. Всевозможные случайности и частности при общем рассмотрении предмета не могут быть предусмотрены; о них каждый хозяин должен судить уже сам, и я полагаю, что указанное мною, основанное на наблюдениях наших ученых и практических хозяев, будет достаточно для того, чтобы помочь хозяину при его практических работах. Следующее чтение будет посвящено мною рассмотрению других видов пара; мы увидим, что в главных основаниях обработка их должна быть такою же, как и обработка черного пара.

РАЗНЫЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ОБЫКНОВЕННОГО ПАРА; ЗАНЯТЫЙ ПАР

Обыкновенный пар, как я уже указывал в предыдущем чтении, встречается у нас несравненно чаще других видов пара, но способы обработки земли при этом виде пара бывают весьма различны. Разница, главным образом, происходит от того, что первая пахота его начинается в разное время, от ранней весны до конца июня, и, следовательно, земля остается в обработке в течение различных промежутков времени. Уже от этой причины зависят большие различия в качестве обработки: понятно, что чем долее обрабатывается земля, тем лучше можно ее обработать; кроме того, при поздней пахоте пара земля долгое время остается плотною и от этого быстро и сильно высыхает, начиная с поверхности; произрастающие на ней травы способствуют еще большему высыханию ее и притом высыханию глубоких ее слоев. До какой степени сильно может высыхать такая почва, показывает следующий пример из Екатеринославской губернии: почва, содержавшая в апреле 1892 г. до глубины 1 аршина в среднем 22% влаги, причем ни в одном слое ее не содержалось менее 20% воды, ко второй половине июня содержала в среднем только около 15% воды, причем самым сухим оказался слой от 8 до 16 вершков глубины, очевидно вследствие того, что из этого слоя высасывалась влага корнями произрастающих растений.

При поздней вспашке пара многие сорные травы успеют уже принести семена, которые попадут в почву и хотя в это лето не прорастут, но во всяком случае дадут всходы в следующем году, когда на том же поле будет яровое; от этого, вследствие поздней вспашки пара, следующее за ним яровое не может быть так хорошо, как при ранней вспашке пара.

При сильном высыхании почвы до половины июня никакой подготовки пищи для растений не происходит, и если не будет дождей после поздней пахоты пара, то почва так и останется в неизменном состоянии до самого посева.

Понятно поэтому, что чем позднее производится первая пахота пара, тем меньший получается урожай озимей; в подтверждение этого я могу сослаться на известное имение князя Кудашева в Полтавской губ.; урожаи озимой пшеницы на некоторых участках у него были таковы:

	При пахоте пара в апреле	При пахоте пара в половине июня
В 1880 г.	142 пуда	63 пуда
» 1883 »	150 пудов	75 пудов
» 1891 »	201 пуд	31 пуд

Из этого ясно, что урожай при поздней пахоте получается тем меньший, чем засушливее лето; на это указывает разница между 1891 годом и двумя другими.

Поэтому ранняя вспашка обыкновенного пара составляет главное средство в борьбе с действием засух. Но нужно заметить, что при ранней вспашке обработка земли может быть неодинакова. В лучших наших хозяйствах, получающих хорошие урожаи даже и в самые сухие годы, употребляется двоякий прием при первой пахоте пара.

Можно стремиться к тому, чтобы как можно раньше и скорее образовать на поверхности непаханной почвы покровный рыхлый слой при помощи мелкой обработки почвы или так называемого лущения. Это делается разными способами; если

земля задернела, то ее можно вспахать мелкими, но очень широкими пластами, чтобы они, переворачиваясь, ложились на непаханную землю плашмя своею травяною стороною; плотная земля будет при этом закрыта пластами, будто толстым ковром, и не будет затем высыхать при наступлении теплого и сухого времени. Для земли незадерневшей можно употреблять четырехлемешные лущильники Эккерта или подобные им орудия, или даже дисковые бороны и т. п. Все должно быть направлено к тому, чтобы как можно скорее образовать рыхлый покровный слой на поверхности всего парового поля; чем раньше и чем скорее это сделается, тем лучше; тогда хозяин может быть вполне покоен: земля паровых полей предохранена им от высыхания и к настоящей пахоте он может приступить когда угодно, выбирая для этого удобное время. Способ этот применяется, например, у г. Иконникова, в Саратовской губернии, и у него был хороший урожай даже в 1891 г., а этот год может служить пробным камнем для суждения о качестве обработки земли.

К настоящей пахоте на таких полях можно приступать когда угодно: верхний сухой слой при этом очень не велик и запахивание его не принесет большого вреда, но, разумеется, лучше пахать после дождей, хотя небольших; при незначительной толщине верхнего покровного слоя достаточно небольшого дождя, чтобы вполне промочить этот слой. Так как земля покрыта и не подвергается высыханию, то нет настоятельной необходимости пахать ее всю сразу, но после каждого дождя можно пахать до тех пор, пока плуг запахивает в глубину сырой, а не сухой верхний слой. Если поле удобряется, то навоз вывозится на него после лущения и непременно тотчас же разбрасывается равномерно. Запахивать его можно потом, когда угодно, потому что, лежа на земле, он ничего не теряет, а между тем составляет лишний покров на поверхности почвы и содействует лучшему сбережению в ней влаги. Впрочем, оставлять землю не паханною можно только до появления на ней трав; когда травы появятся, то пахать необ-

ходимо и притом возможно скорее, потому что, допуская рост трав, мы будем содействовать не сохранению влаги в почве, а высыханию глубоких слоев почвы. Если позволяет время, то пахать лучше узкими пластами, так как земля при такой пахоте лучше крошится и выходит ровнее.

При другом способе хорошей обработки обыкновенного пара приступают к настоящей пахоте его сразу без предварительного лущения. Так поступает, напр., князь Кудашев в Полтавской губ. и получает при этом хорошие урожаи. Понятно, что чем скорее будет вспахано все поле, т. е. чем меньше будет высыхать почва, оставаясь плотною и зарастая травами, тем лучше. При удобрении пара навоз в этом случае вывозится, как известно, до пахоты, на непаханное поле и тотчас же разбрасывается. Вообще оставлять навоз в кучах ни в каком случае не следует, потому что земля при этом удобряется неравномерно, а между тем цель хозяина должна состоять в равномерном улучшении почвы на всем поле. После разбрасывания и в этом случае навоз можно запахивать не тотчас же; хотя он составляет обыкновенно тонкий слой на поверхности почвы, но все-таки способствует сохранению в почве влажности, защищая землю от прямого действия солнечных лучей. Такое действие навоза доказывается следующими цифрами, полученными при исследовании, опубликованном профессором Новороссийского университета Бараковым; при этом почва была вспахана весною и в ней оказалось воды 25 июля:

До глубины:	Прикрытая навозом	Без навоза
$2^1/_4$ вершков	20.4%	16.5%
От $2^1/_4$ до 5 вершков	19.6	17.2
» 5 » 7 »	18.6	16.3
» 7 » 9 »	17.6	15.2
» 9 » 12 »	16.3	12.6

Пахота и без предварительного лущения получается лучше, если плуг берет узкие, а не широкие пласты, потому что при

узких пластах пашня, как известно, бывает ровнее и земля хорошо крошится, так что на ней не бывает крупных комьев.

Было или нет предварительное лущение, т. е. предварительное разрыхление поверхности почвы для образования на ней покровного слоя, сохраняющего влажность, — после первой пахоты пар в обоих случаях обрабатывается одинаково. Если пашня получится ровная и без больших комьев, то можно не бороновать сейчас же после пахоты, чтобы дать несколько обсохнуть пашне и затвердеть мелким комочкам на ее поверхности. Это помогает тому, что после боронования поверхность пашни не будет порошковатою, но на ней останется масса мелких комочков, а это, как мы уже знаем, способствует тому, что верхний слой долее остается рыхлым и не будет заплывать и образовывать корку после небольших дождей.

Дальнейшая обработка после боронования и до времени двоения такова же, как и при черном паре, т. е. пашня боронуется или мелко обрабатывается экстирпатором при образовании на поверхности корки после сильных дождей или в тех случаях, когда образуется волосная связь между верхним и нижним слоями пашни, т. е. когда эти слои сольются, или же для уничтожения сорных трав при их появлении. Основное правило остается то же: необходимо, чтобы на поверхности пашни постоянно находился рыхлый покровный слой, не связанный с нижним, и чтобы на пашне не росли травы. Сколько раз для этого нужно разрыхлять поверхность пашни после первого боронования и до двоения, этого сказать нельзя: иногда, может быть, ни разу, а иногда несколько раз; все зависит от погоды и от состояния пашни.

Что касается двоения рано вспаханного пара, то об этом можно сказать то же самое, что сказано было в предыдущем чтении о черном паре. Если пройдут дожди и почва будет влажна до поверхности, то двоить можно и даже выгодно, потому что после двоения подготовка пищи для растений в рыхлой земле несомненно усилится, а между тем влажность почвы не уменьшится. Чем суше погода, т. е. чем суше верхний слой

пашни и чем влажнее слой глубокий, тем двоение опаснее. Двоение при таких условиях производится всегда на риск: авось пройдут дожди и все исправят; но так как двоить землю чаще всего приходится в сухую погоду, то подобные расчеты очень часто не оправдываются. В особенности не следует двоить глубоко даже и при удовлетворительных условиях; прекрасный пример в этом отношении представляет хозяйство князя Кудашева. Паровые поля обрабатываются у него превосходно, двоение производится всегда, по возможности, после дождей, но и при этом условии перепахивание почвы на 6 вершков дает худшие результаты, чем двоение на 3 вершка.

После двоения и до посева опять все дело состоит в поддержании рыхлости верхнего покровного слоя, в истреблении трав и в том, чтобы поле могло слежаться до посева.

При хорошо обработанном паре, когда сухим бывает только верхний покровный слой, хорошие результаты посева всегда можно считать обеспеченными, особенно, если имеются рядовые сеялки. При рядовых сеялках посев можно производить когда угодно — стоит только пустить сеялку так, чтобы сошники прорезали верхний слой до влажной земли; зерно ложится тогда неизбежно на сырую землю и дает поэтому быстрые дружные всходы в очень короткий срок. При неимении рядовых сеялок посев всегда надежнее после дождя. При отсутствии дождей посев хотя можно производить без опасений, но семена следует заделывать несколько глубже; впрочем, в черноземной полосе вообще, по моему мнению, лучше несколько глубокая заделка семян; при заделке их бороною много семян остается в верхнем слое, который быстро высыхает, и потому большое количество их не дает всходов сперва и они прорастают только впоследствии, так что всходы выходят разновременные.

Во многих случаях наши хозяева не могут приступать к ранней обработке пара, потому что паровое поле составляет единственный выгон для скота до времени уборки сена на лугах. Без коренных улучшений в организации таких

хозяйств ранний взмет пара для них не возможен, а это значит, что для таких хозяйств не возможна и серьезная борьба с засухами, потому что главным средством в этой борьбе нужно считать раннюю вспашку пара и его разумную обработку, направленную, главным образом, к сохранению влаги в почве. Тем не менее и для таких хозяйств возможны некоторые улучшения в обработке пара. Но прежде чем перейти к разъяснению этого, посмотрим, как в большинстве случаев обрабатывается у нас пар.

Пахоту пара по возможности стараются произвести перед самою уборкою сенокосов, чтобы скот возможно меньшее время оставался без пастбища. Поле к этому времени уже сильно высыхает и пашня получается глыбистая; огромные комья сваливаются друг на друга, нисколько не закрывая плотного слоя, не тронутого плугом. Комья так плотны, что разбить бороною их невозможно, и потому хозяин поневоле оставляет в таком виде поле надолго. Многие хозяева, впрочем, смотрят на это довольно равнодушно и даже находят в этом что-то хорошее; они говорят, что землю нужно *прожарить* на солнце. Но для чего нужно это прожаривание — никто не знает, и оно в сущности связано с такими большими потерями, каких не бывает ни при каком другом состоянии почвы. Я уже говорил раньше, что при этом сильно высыхают не только самые комки, но и лежащий под ними плотный слой, остающийся без всякого прикрытия. Раньше я не имел случая сказать хотя несколько слов о значении этого плотного слоя для растений, и потому обращу на него ваше внимание теперь. У наших хозяев глубоко коренится убеждение, хотя не выражаемое ясно, что для растений важен только пахотный слой, что они все получают из этого слоя, так что слой более глубокий для них не особенно важен. В литературе тоже об этом или ничего не говорится, или существуют мнения, из которых ясно можно видеть, что придается значение только пахотному слою. Но это большое и притом крайне вредное заблуждение; нельзя указать ни одного растения, которое при каких бы

то ни было обстоятельствах пользовалось только пахотным слоем; корни растений всегда идут глубже этого слоя и получают из слоя плотного и воду, и все другое, необходимое для их питания. В сухое время года в особенности важен для растений этот глубокий плотный слой, потому что он никогда не сливается вполне с пахотным слоем и в нем остается влага, когда пахотный слой просохнет. Мы обрабатываем землю не для того, чтобы накопить влагу только в пахотном слое; такую же возможность имеет в этом и плотный слой. Пахотный слой представляет, главным образом, кухню, где в течение лета готовится пища для растений; зимою значительная часть этой пищи вместе с зимнею водою уходит в глубокий слой, откуда корни растений и получают ее потом. Сохранить имеющуюся в плотном слое влагу к осени, может быть, иногда важнее, чем в пахотном слое; пахотный слой лежит сверху и может быть промочен всяким порядочным дождем; между тем влажность глубокого плотного слоя не восстановляется даже зимою, если на поле будет мало снега. Из этого видно, какую непростительную ошибку составляет растрата воды из глубокого плотного слоя почвы.

Но обратимся к дальнейшему рассмотрению обычной у нас обработки пара. Вспаханное поле боронуется после дождей урывками, насколько позволяют другие работы, и затем его двоят в июле, когда остается свободное время после уборки сенокоса и до начала уборки озимых хлебов. Как первая пахота произведена была не в такое время, когда это нужно для лучшей обработки, а в то время, которое определяется другими хозяйственными условиями, так и двоение производится только потому, что так принято и что это возможно, так как есть свободное время. Поэтому нет ничего удивительного, что все двоение состоит в перекладывании плугом или сохою больших комков земли с одного места на другое. Понятно, что в земле до самого посева пища для растений совсем не подготовляется, влага из почвы теряется усиленно и для посева непременно приходится ждать дождя. После

него землю разборанивают и спешат сеять. Если осень будет дождлива то будут всходы, а при снежной зиме и влажной весне на будущий год озими могут родиться. Но если зима будет малоснежная и затем сухое лето, то полный неурожай ничем предотвратить нельзя. В 1891 г. страшный неурожай показал слишком ясно, какою опасностью сопровождается такая обработка полей. Осенью 1890 г. дожди прошли поздно и смочили землю неглубоко; получились поздние всходы, которые не успели образовать глубоких корней, да и не могли образовать их, потому что в сухой земле корни обыкновенно не развиваются, а внизу земля была суха. Наступившая зима была малоснежная и земля промокла неглубоко, а между тем к осени она была сухою до большой глубины. Во многих известных мне случаях весною 1901 г под верхним сырым слоем был значительный слой сухой земли, тогда как обыкновенно к весне земля промокает насквозь и сухого слоя найти в ней нельзя. Так как сырость была только в верхнем слое и в нем же были все корни растений, то после его высыхания растения окончательно погибли. Земля была так суха, что даже сорных трав на многих полях не было или же были только очень тощие травы.

Я сказал, что и при поздней пахоте пара его можно обрабатывать лучше, и после сказанного мною, я думаю, это очевидно. Прежде всего для достижения лучших результатов необходимо по возможности избегать глыбистой пахоты, чтобы не высушивать плотного слоя. Этого можно достигнуть двояко.

Если земля суха, то можно произвести предварительное лущение ее, т. е. образовать на ней рыхлый покровный слой. Практика показывает, что под таким слоем земля через некоторое время становится влажнее и мягче. Это понятно, потому что из нижних более влажных слоев происходит волосное движение воды кверху, но до поверхности вода не передается, а доходит только до разрыхленного слоя; в земле под этим слоем мало-помалу влажность увеличивается и земля от этого

делается более мягкою. При пахоте, в особенности узкими пластами, она хорошо крошится; однако чаще всего влажности в ней содержится так мало, что комки выходят крупнее, чем это нужно, и потому в таком случае лучше пускать бороны вслед за плугом, чтобы еще более размельчить пашню. Если боронование отложить, то комки засохнут быстро и тогда борона уже не может разбить их; поэтому если с боронованием запоздали, то необходимо прикатать пашню, всего лучше не гладкими катками, а рубчатыми, чтобы лучше разбить комья. При ранней и вообще при правильной обработке пара, как мы видели, катков не нужно для обработки чернозема.

Можно пахать и без предварительного лущения; но в этом случае пашня получается обыкновенно крупнокомковатая, а потому укатывание довольно тяжелыми катками возможно скорее после плуга представляет, можно сказать, необходимость.

Понятно, что все это относится к тем случаям, когда приходится пахать сухую землю; если пройдут дожди до пахоты и промочат землю глубже того, насколько придется пахать, то в этом случае дальнейшая обработка пара будет такою же, как при раннем взмете пара, а потому этого случая мы и не будем рассматривать.

Когда приходится пахать поздно, то вопрос о глубине пахоты получает важное значение. При пахоте с осени или при ранней весенней пахоте возможна и даже, может быть, выгодна глубокая пахота. Пахотный слой, как я уже сказал, есть кухня, где готовится пища для растений; чем больше материала будет для приготовления пищи, тем больше и пищи будет приготовлено, если только при пахоте не будет тратиться влага; то же самое относится и к тому случаю, когда перед позднею пахотою будут дожди; если, напр., дождь промочит землю на 3—4 вершка, то даже выгодно пахать на вершок глубже сырого слоя; тогда наверх попадает сухая земля и мы можем ее употребить для образования верхнего покровного слоя, который все равно потом сильно высохнет, если

для него употреблена сырая земля. Если же приходится пахать сухую землю, то чем позднее пашется земля, тем мельче должна быть пахота, потому что при пахоте глубокой приходится запахивать землю сухую, а выворачивать наверх более влажную, и, следовательно, значительные потери воды при этом неизбежны.

Нужно заметить, что когда земля вспахана сухою, так что во всем пахотном слое нет влаги, то можно сказать, что никакой подготовки земли, кроме простого механического раздробления ее, не сделано. Единственное значение такой пахоты — прикрытие нижнего плотного слоя, который, находясь под рыхлою пашнею, перестает высыхать. Настоящая подготовка земли пахотного слоя начнется только после дождей; без них сухая пашня ни в чем не изменяется; она не уплотняется и на ней не вырастают травы, а потому до дождей на таком поле никакие работы не нужны.

После дождей работы могут быть различны, смотря по тому, как велики будут дожди и в какое время они пройдут. Представим себе, что очень сильный дождь прошел сейчас же после пахоты и промочил всю пашню насквозь. Тогда необходимо пашню бороновать через некоторое время после дождя, давши корке просохнуть, и затем все работы вести так, как будто бы земля была сыра уже во время самой пахоты. На такой пашне впоследствии может быть полезно и двоение, если она уплотнится, а до посева остается еще много времени. Напротив, если дожди промочат пашню насквозь уже спустя долгое время после пахоты, то пашню необходимо пробороновать также, но очевидно, что двоение ее будет невозможно. Все ограничится только заботами о том, чтобы на поверхности пашни был рыхлый покровный слой.

При дождях, не очень сильных, промачивающих не весь слой пашни, если это случится после пахоты вскоре, можно ограничиться тоже боронованием, но если дожди случатся уже поздно, то пашню лучше перепахать так, чтобы сырую землю перевернуть вниз, а сухую вывернуть наверх, чтобы не растратить и той влаги, какая попала в почву. Одним словом,

при подобных обстоятельствах приходится прибегать к различным уловкам, предусмотреть и указать которые невозможно. При этом все дело заключается в практической опытности хозяина; следует иметь при этом в виду, — как можно лучше сберечь влагу, если она в почве есть, а сберегается она только тогда, когда над влажным слоем земли есть рыхлый покровный слой.

Но как бы ни велика была опытность хозяина и как бы ни были благоприятны условия, поздняя пахота пара не даст таких же результатов, как пахота ранняя, если говорить о среднем урожае в несколько лет. В большинстве случаев поздняя обработка пара соединена с риском, и хозяин при ней обыкновенно не хозяин своего дела, а игралище всех прихотей погоды.

Что касается посева и заделки семян, то при позднем подъеме пара они остаются такими же, как и при раннем, с тою только разницею, что при поздней обработке пара очень часто приходится для посева ждать дождей вследствие сухости земли, а потому и посевы приходится производить поздно; вследствие этого озими идут в зиму не так хорошо развитыми, как это желательно.

В заключение нельзя не указать еще на особую выгоду хорошей обработки паровых полей. После нее не только озими, но и следующие за ними яровые родятся лучше, и это можно заметить даже не один год. Для черноземной полосы примеры этого можно видеть, напр., у князя Кудашева. Такое явление вполне понятно и иначе не может быть; такое явление замечается и на полях Западной Европы, а на черноземе оно должно проявляться гораздо сильнее. Когда чернозем обработан удачно и в нем все лето сохраняется влага, то при сильном нагревании и влажности такой богатой почвы в ней совершается такая быстрая и обильная подготовка пищи для растений, что ее можно сравнить со значительным удобрением. Но известно, что удобрение почвы действует не один год, а проявляет свое влияние в течение нескольких лет, точно так же должна действовать и хорошая обработка паровых полей.

Наконец, нам остается рассмотреть значение занятого пара для черноземных местностей. Относительно этого можно ограничиться несколькими словами: пар этот для черноземных местностей совсем не пригоден. Если на пару произрастают растения, то, как мы уже знаем, они способствуют сильнейшему высыханию почвы, и притом в слоях глубоких, весьма важных для будущего озимого растения, в которых влажность восстановляется только зимою. Поэтому все опыты над занятым паром, кроме редких случаев в особенно влажные годы, оказывались вполне неудачными. У князя Кудашева, напр., на занятом паре получались урожаи несравненно худшие, чем даже при поздней обработке пара; на занятом паре, напр., были полные неурожаи в такие годы, когда на позднем пару все-таки получалось хотя пудов 30 зерна. При всех случаях, когда мне приходилось исследовать почву на занятых парах, я находил ее до такой степени сухою до очень большой глубины, что о восстановлении ее влажности к осени нечего было и думать.

Заканчивая этим рассмотрение обработки паровых полей, я нахожу нужным оговориться, что предлагаю сказанное много не как рецепт к непременному исполнению; книга таких рецептов по сельскохозяйственному делу дать не может; я желал наметить только общие положения, при помощи которых хозяин легче мог бы разобраться в сложных явлениях сельскохозяйственной практики, где часто одна необходимость противодействует другой, так что из двух зол выбирается меньшее. Кроме того, я имел в виду одну цель и потому рассматривал дело односторонне, принимая во внимание только потребности хорошей обработки земли; в практическом хозяйстве бывают и другие потребности, иногда никак не допускающие обрабатывать землю так, как следовало бы. Я буду вполне удовлетворен, если мои разъяснения облегчат задачу хозяина, когда ему придется быть в затруднительных обстоятельствах.

Следующее, последнее, мое чтение будет посвящено обработке яровых полей.



ОБРАБОТКА ЯРОВЫХ ПОЛЕЙ. ЗАЛЕЖНЫЕ ХОЗЯЙСТВА. НЕОБХОДИМОСТЬ ТРАВОСЕЯНИЯ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧИТЬ ЕГО УСПЕХ

Приступая к рассмотрению способов обыкновенной обработки под яровые растения, я должен заранее оговориться, что не могу сказать по этому предмету что-либо особенно важное. Причина этого, главным образом, состоит в том, что на обработку полей под яровые остается так мало время, что никакой хозяин не в состоянии применить к этому делу какие-либо особенные средства. Яровые растения следуют обыкновенно за озимыми, так что на обработку полей для яровых посевов остается только осень и ранняя весна. Обыкновенно, если поле под яровое вспахано к осени, то весною его приходится только пробороновать и вслед за этим производить посев. Когда осенью поле не вспахано, то его приходится пахать раннею весною, бороновать и тотчас же сеять. Следовательно, и в том, и в другом случае совсем не остается времени для каких-нибудь особенных работ, при помощи которых можно было бы очистить поле от сорных трав или вообще привести землю в лучшее состояние.

Почти все, о чем можно говорить по этому вопросу, сосредоточивается на сравнении осенней или весенней пахоты под яровые; но все, что сказано нами о весенней или осенней пахоте паровых полей, можно сказать и о яровых полях с тою, однако,

разницею, что пахота с осени под яровые гораздо важнее осенней пахоты пара. Откладывая взмет ярового поля до весны, хозяин почти всегда должен рассчитывать на большие убытки: посев яровых нужно произвести как можно раньше, чтобы растения захватили как можно больше зимней влаги в земле; весенняя пахота неизбежно отсрочивает посев, при ней нельзя вспахать землю так быстро, чтобы сберечь в ней всю зимнюю влагу, потому что с каждым днем она теряется в больших количествах. Сохраняя влагу в паровой земле к осени, мы рассчитываем, что ею растения воспользуются только для прорастания и первоначального осеннего развития; производя посев яровых, мы рассчитываем, что влагою, находящеюся в земле весною, растения будут пользоваться во все время их жизни до полного созревания. Поэтому всякую потерю влаги до посева яровых растений должно считать крайне вредною, а потому осеннюю пахоту под яровые должно признать безусловно необходимою.

Весною, кроме того, весьма важно вести дело так, чтобы всходы яровых растений были возможно скорые и дружные. При обработке яровых полей истребление сорных трав не возможно, и поэтому, когда мы посеем яровые, то в земле будут находиться не только посеянные нами семена, но также множество семян, корневищ и корней сорных трав, готовых тоже дать всходы. Кто из них возьмет потом перевес, это зависит от того, чьи всходы появятся раньше: если первым взойдет посеянное нами растение и хорошо пойдет в рост, то хозяин может рассчитывать на урожай; взошедшее растение, отеняя землю, заглушает сорные травы. Много раз приходилось мне наблюдать, что под густым пологом культурного растения сорные травы хотя и дают обильные всходы, но молодые растеньица почти все пропадают, едва показавшись из земли; без точного исследования можно подумать, что сорные травы даже совсем не дают всходов, — так они незаметны. Но если всходы посеянного нами растения запоздают и сорные травы появятся раньше его, то надежды на урожай можно считать

очень сомнтительными. Во многих случаях и в разные годы мне приходилось видеть, что иногда урожай или неурожай ярового зависел только от разницы на каких-нибудь 4—5 дней в посеве, и это зависело не от чего иного, как только от сорных трав; если посев производится на 3—5 дней позже, то в течение этих дней семена сорных трав уже напитаются водою и разбухнут, может быть уже проклюнутся, корневища начнут развивать почки и т. п., так что получат значительное преимущество перед семенами нашего растения, которые при более позднем посеве, кроме того, попадут в более сухую землю и, следовательно, будут прорастать не так скоро, как при более раннем посеве.

Быстрота всходов весною зависит от того, насколько сыра земля, в которой произведен посев: чем больше в ней влажности, тем всходы появятся скорее. Вследствие этого первою работою на яровом поле должно быть образование рыхлого защитного слоя, причем будет уничтожена и корка на поверхности пашни.[11] Работу эту необходимо произвести по возможности быстро на всем поле; если она будет произведена не сразу, а постепенно, по мере того как будет производиться посев, то на разных частях поля семена попадут в землю не одинаково влажную, и те из них, которые будут высеяны позднее, могут дать сильно запоздалые всходы не только вследствие более позднего посева, но также и оттого, что попадут в более сухую землю. На проборонованном поле рядовые сеялки и в этом случае дадут лучшие результаты, потому что будут укладывать семена на сырой слой земли, прорезывая верхний слой до этой земли. При существовании на поверхности рыхлого покровного слоя семена и при разновременном посеве попадут в землю одинаково влажную, и от этого более поздние посевы не будут давать сильно запоздавших всходов. При посеве разбросном во время сухой погоды необходима более глубокая заделка семян; если их заделывают только бороною, то очень значительная часть их останется в сухом, рыхлом покровном слое и на первое время совсем не даст всходов до дождей;

вследствие этого растения одного и того же поля будут разновозрастные.

В некоторых хозяйствах принято ломать яровые поля, т. е. перепахивать землю, когда у посеянных семян появятся уже корешки, и эту ломку многие считают необходимо нужною. Делается это, главным образом, для того, чтобы уничтожить ростки сорных трав, не повреждая ростков посеянного растения, и это, действительно, иногда удается, так что после ломки поле получается свободным от сорных трав и урожай бывает лучший. Точно так же ломка бывает полезна, когда после посева пройдут сильные дожди и на поверхности почвы образуется корка, затрудняющая всходы и способствующая высыханию земли. Во многих других случаях ломать посевы было бы по меньшей мере излишним; если, например, хорошею обработкою паровых полей поле хорошо очищено от сорных трав, если посев произведен удачно, так что быстрые и дружные всходы несомненны, то ломание посевов было бы только убыточным; пришлось бы проделать лишнюю работу и вместе с тем, может быть, задержать появление всходов, т. е. добиться худшего результата.

Все сказанное мною относится к ранним яровым посевам. Для посева таких растений, которые высеваются поздно, после работы, состоящей в образовании на поверхности рыхлого слоя, впоследствии эту работу приходится повторить вследствие того, что на поле неизбежно появляются сорные травы, которые необходимо истреблять. Для этого иногда поле, назначенное под просо или гречиху, даже перепахивают, но это едва ли основательно, потому что после такой пахоты земля не успеет слежаться, а между тем просо, например, лучше развивается на земле достаточно слежавшейся; поэтому если вторичное боронование окажется недостаточным, то лучше употребить экстирпаторы, ограничиваясь подрезанием земли на глубину покровного слоя.

На крайнем востоке Европейской России при исключительном посеве яровых во многих местах ведется двухпольное хо-

зяйство, при котором яровое сменяется паром; его начинают пахать обыкновенно в начале или в половине июня. Очевидно, что при таком хозяйстве земля под яровое может быть обработана превосходно, и сорные травы можно истреблять весьма основательно. Для достижения этого можно пользоваться всем тем, что сказано было на предыдущих чтениях об обработке пара вообще.

Совсем иное можно сказать о других хозяйствах с исключительно яровыми посевами или с огромным преобладанием таких посевов, именно о переложных хозяйствах с малолетним сроком залежей.

Еще на первом чтении я указал, что при первом распахивании степные земли дают обыкновенно очень хорошие и верные урожаи. Это происходит оттого, что перевернутая дерновая земля превосходно сохраняет влагу в нижнем плотном слое; почва в верхнем покровном слое распадается на мелкие комочки, величиною большей частью от гороха до орешины, которые держатся, как бусы, на сплетениях корней дернового слоя. Следовательно, почва покровного слоя принимает наилучшее строение, какое только возможно. Оно сохраняется и на второй год, и потому вполне разумно поступают степные хозяева, производя посев во второй год по непаханной земле и заделывая семена только бороною. Второй раз земля пашется только в третьем году, причем пашут несколько глубже прежнего, выворачивая наверх небольшой слой плотной земли, которая также распадается в комочки сама собою; на четвертый год сеют опять без пахоты. В этом случае известная неохота степного хозяина лишний раз пахать землю совпадает с его выгодами, так как всякое излишнее разрыхление непременно способствовало бы уничтожению в высшей степени благоприятного строения верхнего почвенного слоя.

В степных местностях, где непаханных земель еще много, на одном месте сеют не более 5—6 лет подряд, обыкновенно яровые растения, затем перестают пахать и оставляют землю в залежь, не потому, чтобы земля истощилась, а потому, что

хозяина начинают одолевать сорные травы, бороться с которыми при обыкновенной степной обработке невозможно: гораздо выгоднее перейти на новый степной участок.

Земля, оставленная в залежь, покрывается сперва высокими однолетними и двулетними растениями, которые все в совокупности называются бурьянами. Через несколько лет залежь зарастает злаками, имеющими корневища, чаще всего пыреем, который держится несколько лет до совершенного уплотнения земли; после этого на ней появляются степные злаки — ковыль, типец и др.; когда пырей совсем исчезнет и земля покроется только степными злаками, т. е. возвратится к первоначальному состоянию степи, ее распахивают и засевают так же, как прежде.

Из всего этого видно, что степное хозяйство с обеспеченными урожаями возможно только при большом избытке земель, потому что залежь к первоначальному состоянию степи возвращается не ранее, как лет через 20—30, а иногда и более после прекращения пахоты. Следовательно, при 5-летних посевах на одном и том же месте хозяин должен иметь земли в пять-шесть раз более того, сколько им ежегодно засевается. Но это возможно только при редком населении; с увеличением населения залежи приходится распахивать ранее того, когда они превратятся в состояние степи, т. е. в то еще время, когда на них есть пырей и подобные ему злаки, имеющие корневища; при этом условии яровые посевы не могут быть обеспечены от частых неудач. Распахивание земель, на которых есть еще пырей, способствует сильному разрастанию этой травы; вместе с нею появляются и другие, а потому при короткосрочных залежах поля являются чрезмерно засоренными дикою растительностью. В таком состоянии находятся, напр., поля в южных уездах Самарской губ. и в некоторых местностях губерний Саратовской, Воронежской, Екатеринославской, Херсонской, Донской области и т. д. При отсутствии обработки сорные травы на полях совсем не истребляются и потому при посеве весною все делается на риск, в надежде на погоду; если посеянные

семена взойдут раньше сорных трав, то хозяин с урожаем; в противном случае все труды и семена пропадают. Поэтому в таких местах можно слышать мнения, кажущиеся на первый раз странными, напр., мнение будто бы рожь удобряет землю. В действительности дело, конечно, не в удобрении, а в том, что паровою обработкою под рожь истребляются сорные травы, и урожаи яровых становятся от этого лучше.

Казалось бы, что при таком хозяйстве все стремления должны быть направлены к истреблению сорных трав; однако это, к сожалению, не возможно; наиболее обременительные из этих трав, напр. пырей, в сущности нужны хозяину, потому что пырей, вырастающий на залежах, дает хорошее сено и пырейные залежи во многих местах служат единственными сенокосными угодьями; значение таких угодий весьма велико, потому что в местностях с залежными хозяйствами содержится много скота. Хозяин в этих местах в сущности принужден желать совершенно невозможного: ему нужно, чтобы на его земле временами росли чистые хлеба без сорных трав, а потом, чтобы на тех же полях сразу хорошо разрастались некоторые дикие травы.

Но это не возможно: чтобы иметь чистые хлеба, нужно хорошо обрабатывать землю и истреблять сорные травы, а если хозяин будет делать так, то после хлебов на залежах не будет пырея. Желая иметь на залежах пырей, хозяин не должен хорошо обрабатывать землю и потому поневоле должен терпеть присутствие на полях сорных трав.

Понятно, что при таких условиях хозяйство никак не может быть удовлетворительно, и нет никаких средств его улучшить без коренных в нем изменений. Нужно заметить, что серьезные изменения требуются и там, где ведется трехпольное хозяйство, потому что борьба с засухами требует ранней вспашки пара, а неимение особых выгонов для скота заставляет откладывать пахоту пара как можно долее; таким образом, хозяин поневоле должен вести хозяйство на авось, в расчете на дожди, когда они нужны; но дождей в нужное для хозяина время очень

часто не бывает, и хозяин остается без урожая или с малым урожаем совсем не соответствующим замечательно высокому плодородию чернозема.

Как для залежных хозяйств, так и для трехпольного единственным выходом из затруднения, по моему мнению, будет переход к посеву трав на полях. При хозяйствах залежных сеяные травы избавят хозяина от необходимости гоняться за пыреем и, следовательно, дозволят хорошую обработку полей; в настоящее время обработка эта крайне плоха, так что поистине можно удивляться тому, что хотя в иные годы чернозем дает хорошие урожаи. Во многих местах с залежным хозяйством землю не пашут до посева, сеют семена на плотную землю и заделывают их многолемешниками; эта заделка является единственным разрыхлением земли. В хозяйствах степных, где распахиваются новые земли или очень старые ковыльные залежи, такие посевы возможны, потому что там, как я уже сказал, верхний слой пашни и на второй год остается совершенно рыхлым, мелкокомковатым; при залежах краткосрочных пахотный слой, если земля не разрыхлена с осени, к весне бывает совсем плотным, и посев по непахотной земле дело крайне неразумное.

Для посева травы придется брать такие, у которых нет корневищ и после которых от этого на полях не будет опасных сорных трав; кроме того, при их посеве на залежах не будет совсем бесполезного бурьяна в первые годы, и потому хозяин будет получать много корма для скота и корм будет превосходного качества. Посев трав в местностях, где нет залежного хозяйства и где теперь господствует трехполье, избавит, как я уже сказал, хозяев от необходимости поздно пахать пары и, следовательно, рисковать урожаями.

К сожалению, до сих пор травосеяние в черноземных местностях составляет едва ли не самую слабую сторону хозяйства; считают обыкновенно, что посевы трав — очень рискованное дело, потому что очень часто они не удаются, так что посеянные травы даже не вырастают. Хотя по этому предмету

у нас пока нет достаточно обширных и разносторонних опытов и наблюдений, но и теперь можно указать, в чем состоит сущность этого дела. Мы потерпели много потерь вследствие того, что обрабатывали наши поля по западноевропейским образцам; точно так же, по моему мнению, и в травосеянии мы терпим неудачи, потому что производим посевы трав почти исключительно по способам, указанным Западною Европою и пригодным для тамошнего климата и тамошних почв; но эти способы для нас, очевидно, мало пригодны. Мы сеяли кормовые травы с покровным растением, — с овсом, пшеницей и т. п., и хотя ко времени созревания покровного растения травы вырастают мало и начинают развиваться уже после его уборки, но все-таки поле, на котором посеяна трава, должно питать одновременно два растения, тогда как земля чаще всего бывает столь суха, что на ней может вырасти только одно растение.

В этом отношении в наших южных и северных местностях можно наблюдать поучительные явления: в любом месте, напр., Петербургской, Новгородской, Смоленской губ. и др., очень часто мы видим луга — высокие или низменные, — прилегающие к лесу; от налетающих из леса семян на лугу вырастают деревца, иногда во множестве, и растут вместе с луговыми травами; очевидно, что и деревца и травы находят для себя в земле все необходимое. Совсем не то на юге: желая развести там леса, мы должны перед посадкою деревцов вспахать землю, и потом между деревцами дочиста истреблять всякие травы, потому что в земле так мало воды, что она достаточна или для деревьев, или для травы, но не для обоих вместе. Точно то же можно сказать и о посеве трав; земля может родить или хлеб, или траву, но на ней не могут расти и трава, и хлеб в одно и то же время. Это бывает возможно только в годы с дождливым летом; травы тогда хорошо удаются, разрастаются осенью, пуская в землю очень длинные корни, и после этого растут уже хорошо. Обыкновенно, если трава перестояла хорошо пустую осень, то при глубоких ее корнях засухи потом ей не страшны и даже в очень сухой 1891 год, где все хлеба про-

пали, там кормовые травы отлично простояли лето. Необходимо только, чтобы травы были подходящие для юга, напр., люцерна или эспарцет, но не клевер или тимофеевка, пригодные только для более северных местностей.

Для большей удачи при посевах кормовых трав необходимо землю вспахать еще осенью; если на поле есть пырей, то хорошо тотчас же после уборки озимого или ярового хлеба, за которым будет следовать трава, обработать землю мелко или подвергнуть ее лущению, которым пырей легко истребляется, и затем уже пахать на зиму глубже. Лущение полезно потому, что посевы трав у нас часто страдают от разрастания между ними сорных растений, и это неблагоприятное обстоятельство необходимо устранить. Весною посев травы следует произвести раньше, как и посевы яровых хлебов, и тогда можно надеяться на хороший рост травы. Опыты многих наших хозяев в последние годы показали, что в том году, когда травы с покровными растениями пропадают, те же травы, но без покровных растений, вырастают хорошо и дают укос уже в первое лето.

На этом я закончу свои чтения; но я полагаю, что не исполнил бы своей задачи, если бы не обратил вашего внимания на следующее обстоятельство. Почти все главное, что я указал, основано на наших русских исследованиях и на наблюдениях лучших наших хозяев; способы, указанные мною, уже испытаны на практике и подтверждены ею, и потому их нельзя считать только какими-то чисто теоретическими. Напротив — они указаны практикою и их правильность подтверждается наукою, следовательно, они заслуживают полного внимания, испытания и распространения. К сожалению, нельзя не сказать, что исследования по предмету моих чтений производились до сих пор только случайно и большей частью были отрывочны; некоторые драгоценнейшие практические указания пока были только одиночными. Несмотря однако на все это, вы изволите видеть, что совокупность их дает весьма многое, и нет сомнения, что если бы все сообщаемое мною теперь было известно всем нашим хозяевам — крупным и мелким — то

положение нашего земледелия и земледельца было бы иное. Несомненно также, что если бы исследования и наблюдения по сельскохозяйственным вопросам производились у нас постоянно и правильно по заранее обдуманному плану, то дело сельского хозяина было бы разъяснено несравненно более и хозяева наши не блуждали бы в потемках. Поэтому будем желать и надеяться, чтобы всестороннее исследование и разъяснение нашего сельскохозяйственного дела осуществилось и чтобы свет знания дан был по возможности всем нашим хозяевам — крупным и мелким.

О ПРИЧИНАХ ОСОБЕННО СИЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ ЗАСУХ НА ЧЕРНОЗЕМ



Печатается по тексту, опубликованному в «Трудах Вольного экономического общества», вып. 4, 1893.



Милостивые государи!

Настоящим сообщением [1] я хочу еще раз обратить ваше внимание на то обстоятельство, что на той из наших почв, плодородием которой мы по справедливости гордимся, именно на черноземе, культурные растения страдают от недостатка воды гораздо чаще, чем на почвах другого рода. Факт этот неоднократно засвидетельствован в разных местах черноземной полосы: в годы очень сухие на почвах легких, даже чисто песчаных, урожаи бывают обыкновенно гораздо лучше, чем на черноземе. Явление это весьма важно и интересно по тому заключению, какое можно сделать из него: оно показывает с очевидною ясностью, что обеспечение растений водою зависит не только от климата, но также и от свойств почвы. Для хозяина это заключение очень важно потому, что изменять в разных отношениях свойства почвы хозяин может во многих случаях без особенных затруднений, тогда как изменить заметно климат мы едва ли в состоянии.

К тому же заключению приводят нас наблюдения над дикою растительностью в разных местностях черноземной области: осмотревши нераспаханные ковыльные степи, напр., вокруг Ставрополя Кавказского, возле Троицка Оренбургской губ. или в Воронежской губ., где еще есть остатки таких степей, мы во всех этих местностях, столь удаленных одна от другой, находим совершенно одинаковую степную растительность, так

что кусок Троицкой степи, перенесенный в пределы Ставропольской степи, не представил бы никаких ясно заметных отличий в растительности. Между тем количество дождей, выпадающих в упомянутых трех местностях, весьма различно: в Ставрополе выпадает в год 727 мм (28.62 д.), в Троицке — 345 мм (13.58 д.), в Воронеже — 580 мм (22.84 д.); в течение весны и лета, т. е. во время растительного периода, в Ставрополе выпадает 440 мм (17.32 д.), в Троицке — 230 мм (9.05 д.) и в Воронеже — 310 мм (12.20 д.). Если бы у нас не было никаких сведений о растительности этих местностей, то, судя по количеству дождевой воды, мы неизбежно заключили бы, что растительность в этих трех местах совершенно различна. Между тем на самом деле мы находим в этих местах полное безлесье и одинаковую степную растительность. Обращаясь к рассмотрению причин такого однообразия растительности во всех трех этих местах, мы находим только одно, в чем эти местности вполне сходны между собою, именно почву, именно тот же чернозем. Несмотря на значительные различия в количестве дождевой воды, почва эта действует таким образом, что во всех трех упомянутых местностях растения пользуются одинаковыми количествами воды.

Если влияние почвы столь сильно и если хозяин может изменять свойства почвы сообразно своим целям, то можно думать, что влияние климатических условий самих по себе, даже если они неблагоприятны, может быть значительно уравновешено соответствующими изменениями в свойствах почвы. И действительно, ближайшее рассмотрение свойств чернозема приводит теоретическим путем к некоторым правилам соблюдение которых в значительной степени устраняет влияние случающихся у нас засух на урожаи культурных растений; с другой стороны, у нас есть хозяйства, к сожалению, пока немногие, в которых практически доказана возможность успешной борьбы с засухами и притом как раз при помощи тех именно средств, которые теоретически указываются на основании изучения чернозема. Такое согласие теории и практики свидетельствует, что мы уже имеем указание на верные средства к борьбе

с засухами. Остается, следовательно, как можно шире и больше пользоваться этими средствами, ввести их в соглашение с общею организациею наших хозяйств, разработать их больше и по возможности улучшить их. Если это будет сделано, то несомненно, что наши хозяйства не будут претерпевать таких глубоких и неожиданных потрясений от неурожаев, какие теперь бывают в разных местностях России почти ежегодно. Для того чтобы показать, какими средствами можно вести успешную борьбу с засухами, мы должны остановиться сперва на некоторых общих соображениях.

Прежде всего позвольте обратить внимание на то, каким образом изменяется влажность чернозема в течение года. Исследования, произведенные по моему предложению в Екатеринославской губ., показывают, что по отношению к влажности почвы год может быть разделен на два периода; в один из них влажность почвы увеличивается непрерывно; это будет период снабжения почвы водою. В течение другого периода почва постоянно все больше и больше высыхает: это будет период высыхания почвы. Первый из этих периодов обнимает время с августа до марта; второй — с марта до августа. Следующие цифры, относящиеся к отдельным месяцам, представляют средние из нескольких определений за каждый месяц и наглядно поясняют сказанное мною; в почве содержалось процентов воды:

Первый период		Второй период	
Август	13.6	Март	20.4
Сентябрь	14.1	Апрель	21.1
Октябрь	14.8	Май	19.8
Ноябрь	17.7	Июнь	15.6
Декабрь	22.2	Июль	13.6
Январь	23.9		
Февраль	24.1		

Цифры эти для нас поучительны в высокой степени: обыкновенно мы привыкли думать, что зимою в почве не происходит никаких изменений, и однако же на самом деле мы видим, что в течение всей зимы влажность почвы до глубины более аршина

постоянно возрастает. Ближайшее рассмотрение этого факта указывает нам с необыкновенной ясностью, каким образом совершается пропитывание почвы водою в течение зимы. Нужно сказать, что указанные наблюдения относятся к почве, на которой был глубокий слой снега. Наблюдения над этой почвой показали, что осенью еще до снега почва эта довольно глубоко промерзла, но затем, когда на ней образовался значительный слой снега, она снова оттаяла. Это явление не будет для нас нисколько удивительно, если мы припомним, что зимою почва в глубоких слоях имеет сравнительно довольно высокую температуру, и теплота этого слоя передается верхним слоям, вследствие их теплопроводности. С другой стороны, снег, покрывающий почву, есть очень дурной проводник тепла, устраняющий охлаждение верхних слоев почвы. Таким образом, верхние слои почвы, не охлаждаясь, но получая постоянно теплоту от нижних слоев, постепенно оттаивают; очевидно, что и снег, соприкасающийся с поверхностью почвы, мало-помалу тает, и вода, образующаяся из него, уходит в почву, так что к декабрю и январю почва промокает почти на аршин. Из этого ясно, что глубокий слой снега, лежащий на поверхности почвы зимою, не составляет индифферентного покрова, но есть источник воды, которая просачивается в почву в течение всей зимы. Факт этот, замеченный впервые при указываемых мною наблюдениях, я считаю необыкновенно важным и поучительным. Из него с полною ясностью можно видеть всю важность значительного снежного покрова на полях. При малом снежном покрове или совсем без него почва зимою не может оттаивать, а следовательно, пропитываться водою. Кроме того, весною, при таянии снега, мерзлая почва не может поглощать образующейся воды, тогда как почва оттаявшая может поглощать ее в значительных количествах. Понятно поэтому, что при значительном снежном покрове почва оказывается влажною до значительной глубины, и понятно также, что наши, чаще всего бесснежные поля, обнажаясь весною из-под снега, не могут быть влажными до значительной глубины.

Все это показывает нам, какую огромную важность для нас представляют все средства, при помощи которых можно задерживать на полях снег, как, напр., изгороди и, хотя небольшие, но разбросанные лесные насаждения и т. п. Сообщаемые мною наблюдения показывают, что средства эти гораздо важнее, чем думают обыкновенно, не зная об оттаивании почв под глубоким слоем снега.

Так как наблюдения показывают, кроме того, что зима и ранняя весна суть то время, когда почва обогащается влажностью, то понятно, что всякие средства, которыми облегчается просачивание воды в почву, должны считаться весьма важными для устранения вредного влияния засух на растительность. Если это время будет упущено, если снег уже сойдет, то наступает другой период — период высыхания почвы; потери воды почвою в этот период не могут вполне вознаграждаться выпадающими дождями; несмотря на эти дожди, временно увеличивающие влажность почвы, почва непрерывно и все больше и больше высыхает до значительной глубины вплоть до осени, когда опять начнется пропитывание ее водою. Очевидно, что чем больше почва захватит зимней воды, тем развитие растений будет больше обеспечено. Одним из важных средств для усиления промокания почвы представляет разрыхление ее с осени. По тем же наблюдениям в Екатеринославской губ., на других участках оказалось, что почва, вспаханная с осени, содержала в апреле 26% воды в среднем до глубины одного аршина; на соседнем участке, не вспаханном с осени, воды в таком же слое почвы содержалось только 18.4%; разница в 7.6% в данном случае соответствует 90 мм (3.897 д.) дождевой воды, если бы вся эта вода поглотилась почвою сполна.

Когда снег сошел, и началась уже весна, то в это время, как я уже сказал, поздно заботиться о снабжении почвы водою: период высыхания почвы начался и, начиная с этого времени, можно принимать меры главным образом только для сохранения уже имеющихся в почве запасов воды. Для того чтобы разъяснить, в чем именно должны заключаться эти меры, нам необ-

ходимо опять остановиться несколько на разъяснении общего вопроса о том, как происходит высыхание почв.

Даже при самых поверхностных наблюдениях мы легко замечаем, что почвы высыхают сперва сверху, а потом высыхание распространяется на более и более глубокие слои их. Но понятно, что из более глубоких слоев вода не может испаряться прямо в воздух; она испаряется только с поверхности почвы, а из глубоких слоев мало-помалу передается в слой верхний, вследствие капиллярности. Если мы поместим в замкнутый сосуд влажную почву и с нею вместе слой почвы сухой, то если почвы эти одинаковы и если будет одинакова их плотность, то вода мало-помалу распространится в сухую почву, и этот переход воды будет совершаться до тех пор, пока вся почва сделается одинаково влажною. Одним словом, влажность стремится к равномерному распределению в почве, если этому ничто не препятствует. В силу этого, когда верхний слой почвы высохнет, то в него мало-помалу переходит вода из более глубокого слоя; верхний слой как бы высасывает воду из слоя, лежащего под ним; второй слой, сделавшись суше, высасывает воду из третьего слоя и т. д. Вода, переходящая в верхний слой, постоянно из него испаряется, и, в силу этого, высасывание воды различными слоями почвы из слоев, лежавших ниже, происходит непрерывно: устанавливается один общий ток воды из глубины почвы до ее поверхности по узким почвенным скважинам; с поверхности почвы вода постепенно испаряется; все это происходит подобно тому, как в фитиле керосиновой лампы устанавливается постоянный общий ток керосина до верхней части фитиля, где керосин сгорает. Испарение воды из почвы совершается, однако, с большею скоростью, чем приток капиллярной воды к верхнему слою; почва может испарять гораздо больше того количества воды, какое поднимается снизу; но на самом деле испаряется, конечно, столько, сколько воды успевает притекать снизу. Из этого следует одно из важнейших для сельскохозяйственной практики положений: количество воды, испаряющейся из почвы, определяется скоростью

капиллярной воды из нижних слоев в верхний. Все условия, ускоряющие капиллярное течение воды, усиливают испарение ее из почвы, т. е. ускоряют высыхание почвы; напротив, все условия, препятствующие притоку капиллярной воды в верхний слой, препятствуют высыханию почвы или, другими словами, сохраняют в ней влажность. Из этого видно, что если мы найдем средства замедлять или прекращать движение воды в почве, то тем самым найдено будет средство для сбережения влажности в почве. Средство это, к счастью, уже известно; оно состоит в том, что если разные слои почвы будут неодинаково плотны, то движение воды происходит только по одному направлению — из рыхлого слоя в плотный; наоборот, из плотного слоя в рыхлый вода переходить не может.

Самые простые опыты убеждают нас в справедливости этого положения: если, напр., в стеклянный цилиндр положить сухую глинистую почву, значительно уплотнивши ее, насыпать на нее сверху рыхлой песчаной почвы, достаточно влажной, и закупорить цилиндр так, чтобы из него не испарялась вода, то через некоторое время мы найдем, что глина сделается влажною, а песок сухим. Если бы при начале опыта мы взяли влажную глину и сухой песок, то сколько бы времени мы ни продолжали опыт, глина всегда останется влажною, а песок сухим. То же самое было бы, если б мы на каком-нибудь открытом месте закрыли поверхность глинистой или черноземной почвы слоем песка, напр., в один вершок; песок легко пропускал бы сквозь себя дождевую воду, но после высыхания не мог бы высасывать воду из глины; глина оставалась бы постоянно влажною под песчаным покровом совершенно так же, как под покровом соломы, под слоем опавших древесных листьев и т. п.

При обработке обширных полей мы, конечно, не можем покрывать их какими-либо особыми веществами, но весьма нетрудно образовать на почве покров, подобный упомянутому песчаному слою, но составленный из самой почвы. Для этого нужно только, чтобы незначительный верхний слой почвы толщиною в 1 или $1^1/_2$ вершка был гораздо рыхлее лежащего

под ним слоя. Этот верхний разрыхленный слой будет играть роль покровного слоя; он не будет всасывать воду из глубже лежащего слоя, но будет предохранять его от влияния солнечных лучей и ветра. Самыми простыми наблюдениями весьма легко убедиться, что при существовании такого незначительного рыхлого слоя влажность в черноземе сохраняется в течение очень долгого времени, даже при очень сильных засухах.

Нужно заметить при этом, что, кроме рыхлости верхнего слоя, для сохранения влажности в почве необходимо отсутствие на ней растительности. В прежнее время думали, что под растительным покровом почва остается влажною, потому что растения тоже защищают ее от влияния солнечных лучей и ветра; но, думая так, забывали, что растения сами высасывают своими корнями воду из почвы и испаряют ее через листья; поэтому, хотя верхний слой почвы под растениями остается влажным, но зато почва сильно высыхает в глубоких слоях, так что посеянные потом культурные растения не найдут воды там, куда будут проходить их корни. Если во время обработки какого-либо поля истреблять появляющиеся на нем дикие растения и если не давать верхнему слою почвы уплотняться, то зимнюю влагу в почве можно сохранить превосходно, даже в самое сухое лето. Выше я упомянул, что при исследованиях в Екатеринославской губ. поле, вспаханное с осени, содержало 26% воды; это было весною 1891 г. В течение всего лета это поле несколько раз обрабатывалось экстирпатором с плоскими лапами на глубину не более $1^1/_2$ вершков только для истребления сорных трав и для поддержания рыхлости в верхнем слое. Несмотря на полное отсутствие дождей в том году, почва этого поля в августе содержала еще 21% воды. Такое количество влажности совершенно достаточно для поддержания озимых растений в превосходном состоянии до самой зимы, когда почва опять пропитается влажностью. Рядою лежащее необработанное поле содержало в августе только 13.6% воды. Понятно, что в первом поле, при значительной влажности, все химические процессы происходили с большею

интенсивностью в течение целого лета, и почва несомненно хорошо подготовилась для растений с химической стороны, так что растения на ней будут иметь достаточно не только воды, но и всех питательных веществ.

В тех случаях, когда поле осталось невспаханным с осени для сохранения в нем влажности, необходимо возможно раннее разрыхление его поверхности, т. е. образование на нем того же нетолстого покровного слоя, который препятствует высыханию почвы. Чем скорее это будет сделано, тем лучше, и нет сомнения, что для черноземных местностей гораздо важнее отложить на время настоящую глубокую пахоту и все силы сосредоточить на возможно быстром разрыхлении поверхностного слоя до незначительной глубины. Когда на поверхности почвы будет неглубокий, рыхлый, покровный слой, то хозяин может быть уверен, что его почва останется влажною, т. е. главное условие ее плодородия будет сохранено. К настоящей пахоте на желаемую глубину хозяин может приступить тогда, пользуясь всяким удобным для этого случаем. Если, напр., пройдет незначительный дождь, достаточный для промачивания мелкого рыхлого слоя, то можно пахать глубоко, не рискуя высушить пашню, потому что в этом случае в глубине будет запахиваться сырая земля.

Если по каким-либо причинам нельзя произвести раннего поверхностного разрыхления почвы, то в этом случае нужно относиться с полным сознанием к тому, что значительное количество зимней влаги потеряно уже безвозвратно; остается принять меры, чтобы по возможности хорошо воспользоваться остатками этой влаги. Для этого в особенности следует избегать глубокой пахоты без всякой предварительной подготовки; при такой пахоте пашня получается глыбистая, при которой земля высыхает еще быстрее, потому что высыхают не только глыбы, но и лежащий под ними нетронутый слой, так как глыбы не прикрывают его и не устраняют от него влияния солнца и ветра. Предварительное мелкое разрыхление верхнего слоя составляет в таких случаях настоятельную необходимость: под рыхлым тонким слоем земля делается мягкою,

потому что, высасывая воду из глубоких слоев, она не теряет ее, и если такую почву вспахать через несколько времени на желательную глубину, то она хорошо искрошится, и тогда по крайней мере глубокие слои не будут подвергаться дальнейшему высыханию, которое при глыбистой пахоте бывает неизбежно.

На вспаханном поле, для сохранения в нем влажности, постоянно необходим рыхлый слой — более рыхлый, чем остальная часть пахотного слоя. Он образуется посредством боронования, и эта работа требует в свою очередь особой внимательности. Если во время пахоты наверх выворачивается сырая земля в таком состоянии, что от бороны легко распадается в порошок, то невыгодно было бы пускать борону тотчас же вслед за плугом. Порошковатая земля легко слепляется даже от незначительных дождей и образует корку, т. е. плотный слой, высасывающий воду из более глубоких слоев и потому ускоряющий высыхание почвы. Точно так же после дождей, когда образовалась на земле корка, ее не следует разбивать бороною до ее высыхания, потому что она при этом тоже легко разбивается в порошок. Нужно подождать, когда корка высохнет до глубины около одного вершка, и только тогда пускать борону. Верхний слой тогда распадается в комочки и будет долгое время сохранять рыхлость.

При обработке паровых полей, двоение считается у нас обязательным, и притом двоят, обыкновенно, глубже первой пахоты. Такое двоение и вообще двоение может принести выгоды только при некоторых условиях. Чтобы пояснить это, приведу два примера.

Предположим, что первая пахота произведена поздно, так что пахотный слой образовался сухой на всю глубину, напр. до 4 вершков. Если бы случился дождь, промочивший слой на $2^1/_2$—3 вершка, то непростительно было бы не передвоить пашню, обернувши влажную почву вниз, а остатки сухой земли выпахавши наверх.

Но если бы стояла сухая погода и если пахотный слой был сухим вершка на два, а ниже этого была бы сырая земля, то

двоение при таком состоянии пашни было бы непростительною ошибкою; наверх была бы выпахана сырая земля, а сухая была бы перевернута в глубину, и получилось бы четыре вершка сухой земли вместо двух.

Если после первой пахоты не будет дождей до самого посева, то двоение было бы не только бесполезно, но несомненно вредно, потому что сопровождалось бы выпахиванием сырой земли, т. е. сильным ее высушиванием.

Еще недавно многие у нас считали непреложным правилом пахать чернозем как можно глубже, потому что такую пахоту считали важнейшим средством для сохранения влаги в черноземе. До сих пор есть лица, полагающие, что при глубокой обработке в почве несомненно больше сберегается влаги, чем при обработке мелкой, и считают это положение научным догматом, вполне установленным. Такие общие положения, высказываемые без надлежащих оговорок, я считаю крайне опасными и несомненно ошибочными. Вся суть вопроса заключается в том, в какое время земля пашется глубоко. При пахоте земли с осени для черного пара глубокая пахота действительно может сопровождаться большим скоплением влаги в почве. Но как только первая пахота переходит на весну, то большее сбережение влаги глубокою пахотою является в высшей степени сомнительным, потому что при такой пахоте, если она производится не тотчас же после дождей, в пахотном слое наверху будет наиболее сырая земля, а внизу наиболее сухая. Так как пахать непосредственно после дождей приходится у нас несравненно реже, чем без дождей, то глубокая весенняя пахота всего чаще бывает невыгодною по сравнению с пахотою более мелкою.

При более позднем взмете паровых полей, напр. в июне, глубокая пахота почти всегда оказывается пагубною ошибкою, потому что при ней пахота бывает чаще всего глыбистою. То же самое можно сказать и о глубине двоения.

Из всего сказанного можно видеть, что сбережение влажности в почве в пределах черноземной полосы не требует каких-либо чрезвычайных мер; его можно достигнуть с помощью

средств, имеющихся в руках каждого хозяина. Требуется только, чтобы обработка почвы производилась в строгом соответствии с распределением влажности в различных слоях почвы в соответствии с погодой и т. п.; в особенности следует остерегаться распределять работы по заранее назначенным числам разных месяцев; не следует заранее назначать того, как именно следует произвести работу, и т. п.

Чтобы показать, что все сказанное мною оправдывается на практике, я позволю себе сослаться на имение князя Кудашева в Полтавской губ. Способы обработки паровых полей в его имении описаны им в особой брошюре под заглавием: «О способах сбережения почвенной влаги при обработке озимого поля». Князь Кудашев при обработке своих полей в особенности придает значение присутствию на поверхности почвы неглубокого рыхлого покровного слоя и при ранней вспашке паровых полей получает превосходные урожаи даже в такие годы, когда у его соседей урожаи бывают крайне плохие. Хозяйство князя Кудашева я видел сам предыдущим летом и могу заверить, что состояние паровых полей во время обработки я нашел у него гораздо лучшим, чем в каких-либо других имениях. На опытном поле за 2 года средний урожай озимой пшеницы в имении князя Кудашева, при рациональной обработке, был около 150 пудов с десятины, тогда как при обработке, обычной в том месте, был менее 70 пудов.

Еще резче была разница в настоящем году: урожай у князя Кудашева озимой пшеницы был более 100 пудов, тогда как у его соседей не превосходит, повидимому, 30 пудов. Заканчивая на этом свое краткое сообщение, я не могу не указать еще раз, что при указанном мною согласии научных и практических данных мы можем иметь уверенность в том, что обладаем верным средством если не для полного устранения вреда от засух, то по крайней мере для значительного уменьшения этого вреда. Необходимо только, чтобы указываемые меры, испытанные до сих пор немногими, вошли в обычай у всех наших практических хозяев.

ПРИЛОЖЕНИЯ



ПОСЛЕСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

В настоящее издание избранных трудов П. А. Костычева включены его классические работы по почвоведению и земледелию. Работы по почвоведению, составляющие первый раздел сборника, начинаются основным трудом П. А. Костычева — «Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства. Часть I. Образование чернозема». В дополнение к этому труду, который, как известно, остался незаконченным, помещены его последующие работы, представляющие развитие вопросов, затронутых в названном основном труде, как, например, «Связь между почвами и некоторыми растительными формациями», а также посвященные вопросам, которые Костычев намеревался осветить в последующих разделах своего основного труда. Сюда относятся статьи: «Образование и свойства перегноя», «О некоторых свойствах и составе перегноя» и «Состав органических веществ почвы (перегноя) в связи с вопросом о полезности микориц». Кроме того, в этом разделе помещена и его последняя статья по почвоведению — «Естественно-историческая классификация почв. . .», представляющая обобщение его взглядов по вопросам происхождения, классификации и агрономической характеристики почв России.

Во втором разделе сборника помещены избранные работы П. А. Костычева в области земледелия. Этот раздел открывается статьей — «Из степной полосы Воронежской и Харь-

ковской губ.», излагающей классические наблюдения и исследования П. А. Костычева над почвой и растениями в условиях залежной системы хозяйства в черноземных областях. Центральное место этого раздела занимает труд П. А. Костычева — «О борьбе с засухами в черноземной области посредством обработки полей и накопления на них снега». Труд этот, напечатанный в 1893 г., явился патриотическим откликом Костычева на печальную по своим последствиям тяжелую засуху 1891 г., так же как и классический труд В. В. Докучаева «Наши степи прежде и теперь», напечатанный в 1892 г. Можно сказать, что этот труд Костычева, во многом дополняющий широкий план борьбы с засухой, намеченный Докучаевым, имеет наиболее непосредственное значение для обоснования ряда мероприятий, которые вошли в великий Сталинский план преобразования природы степных и лесостепных областей. Дополнением к этой основной работе является небольшая, последняя статья — «О причинах особенно сильного действия засух на чернозем», представляющая доклад Костычева в Почвенной комиссии Вольного экономического общества.

В перечисленных произведениях П. А. Костычев выступает как выдающийся ученый-агробиолог, один из основателей новой русской науки о почве, в которой он развивал передовое биологическое направление, и одновременно как создатель отечественной научной агрономии, особенно много потрудившийся над разрешением вопросов обработки черноземных почв и других приемов земледелия в целях борьбы с засухой.

Мы надеемся, что содержание сборника удовлетворит потребность широких кругов советских читателей — иметь возможность познакомиться с подлинными произведениями П. А. Костычева, наиболее созвучными настоящему моменту, когда многие идеи Костычева творчески развиваются в науке и реализуются на практике в связи с осуществлением грандиозного Сталинского плана преобразования природы на огромных просторах нашей Великой Родины.

ЗНАЧЕНИЕ РАБОТ П. А. КОСТЫЧЕВА ДЛЯ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Павел Андреевич Костычев принадлежит к славной плеяде выдающихся русских ученых второй половины XIX ст., с которыми связаны крупнейшие успехи в различных областях знания и завоевание русской наукой почетного и, в ряде случаев, ведущего положения в мировой науке.

Вместе со своим сверстником и собратом по науке — В. В. Докучаевым, П. А. Костычев явился основателем новой науки — почвоведения. Своими трудами в области агрономии он заложил основы одной из важнейших отраслей агрономической науки — общего земледелия. Его труды по борьбе с засухой в черноземных областях использованы при разработке современной системы мероприятий по подъему сельского хозяйства в степных и лесостепных областях, принятой историческим постановлением партии и правительства СССР от 20 X 1948 г.

Круг вопросов, разрешению которых посвящены работы П. А. Костычева, чрезвычайно обширен. «Мало найдется таких вопросов в области почвоведения и земледелия, на которых Павел Андреевич не останавливал бы своего внимания», писал проф. П. С. Коссович в своем очерке работ и взглядов П. А. Костычева в 1898 г.*

---

* П. С. Коссович. Краткий очерк работ и взглядов П. А. Костычева в области почвоведения и земледелия. СПб., 1898. (См. также: П. А. Костычев. Почвы черноземной области России. Сельхозгиз, 1937 и 1949).

Вот краткий и далеко не полный перечень наиболее важных вопросов и тем, разрабатывавшихся П. А. Костычевым.

1. О формах соединений фосфорной кислоты в почвах.

2. Химические свойства перегноя и их сельскохозяйственное значение.

3. Условия разложения органических остатков и накопления перегноя в почвах.

4. Об условиях образования чернозема.

5. О связи почв с растительными формациями.

6. О деградации чернозема и образовании серых лесных почв.

7. О происхождении подзолов и способах повышения их плодородия.

8. Происхождение солончаков (солонцов).

9. Песчаные почвы степных областей и меры к их использованию.

10. Виноградные почвы Крыма и Кавказа.

11. Изменение структуры и плодородия черноземов при распашке целинных степей и обратном переходе пахотных земель в целину.

12. Смена растительности на залогах.

13. Переложные хозяйства и необходимость посева трав на полях.

14. Обработка чернозема.

15. Меры накопления влаги на полях в черноземной полосе.

16. Обработка почвы при степном лесоразведении.

17. Борьба с сорной растительностью.

18. Удобрение черноземов и подзолистых почв.

19. Химический состав и поглотительная способность русских почв.

20. О задачах и организации почвенных исследований в России.

К этому, как сказано выше, далеко не полному перечню вопросов (а не работ, число которых значительно больше) необходимо еще добавить ряд составленных П. А. Костычевым

руководств по почвоведению и земледелию, как, например: «Почвоведение» (курс лекций, читанных в Лесном институте), «Общедоступное руководство по земледелию», «Учение о механической обработке почв», «Почва, ее обработка и удобрение», «Полеводство и луговодство», а также ряд переводов крупных руководств иностранных авторов по земледелию, растениеводству и животноводству, причем некоторые из этих переводов сопровождались существенными изменениями и дополнениями Костычева в применении к России (например известное руководство Розенберга-Липинского «Практическое земледелие», проф. Новацкого «Руководство к возделыванию важнейших хлебных злаков», и др.).

Наибольшее количество оригинальных работ П. А. Костычева по почвоведению и земледелию, и притом наиболее важных для его научного творчества, посвящены вопросам, связанным с изучением чернозема, т. е. того «царя почв», по выражению Докучаева, которому принадлежит выдающаяся роль в развитии почвоведения.* Напомним, что и важнейшие работы В. В. Докучаева, положившие основу развития научного почвоведения, были также посвящены русскому чернозему.

Этот интерес к изучению чернозема со стороны Докучаева и Костычева был, как известно, не случайным, а вызывался возросшим значением сельского хозяйства черноземной степной полосы Европейской России в общей экономике страны в период после отмены крепостного права, в связи с переходом от феодально-крепостнических форм сельского хозяйства к капиталистическим и, в особенности, с возросшими потребностями сбыта зерна за границу.

К этому времени плодородие черноземов, казавшееся неисчерпаемым в начале их сельскохозяйственного освоения (в XVIII ст.), обнаружило явные и тревожные признаки

* По оценке акад. В. И. Вернадского, «Чернозем сыграл такую же роль в развитии почвоведения, как кальцит в кристаллографии, лягушка в физиологии и бензол в органической химии».

падения и неустойчивости, что явилось следствием примитивной техники земледелия и хищнической вырубки лесов, сопровождавшихся ростом оврагов, смывом почв и другими явлениями, усиливавшими отрицательное влияние засух. Все эти обстоятельства поневоле побуждали и правительственные и, особенно, научно-общественные учреждения того времени к организации и поощрению исследований для изучения как природных, естественно-исторических условий, так и особенностей земледелия черноземной полосы в целях оказания научной помощи ее сельскому хозяйству.

Выдающимся примером такого рода исследований были работы В. В. Докучаева по изучению условий образования и географического распространения чернозема, предпринятые им по предложению Вольного экономического общества.*

П. А. Костычев принял участие в обработке части материалов Докучаева, произведя химические анализы нескольких образцов черноземов, собранных Докучаевым. Не довольствуясь этим и не разделяя многих выводов Докучаева, П. А. вскоре приступил к самостоятельным разносторонним исследованиям как экспериментального, так и экспедиционного характера по изучению почв черноземной области, посвятив этим исследованиям в общей сложности более десяти лет напряженной работы в природе и в лаборатории.

Костычеву, однако, не удалось довести до конца предпринятые исследования, и им была опубликована только первая часть задуманного обширного труда, посвященная вопросам образования чернозема. Вторая и третья части этого труда, в которых он намеревался изложить результаты исследований над составом минеральной части и физическими свойствами черноземов, а затем над составом органических веществ чернозема, химическими и морфологическими изменениями растительных остатков при их превращении в перегной, остались ненаписанными. О возможном содержании их можно судить

* Результатом этих работ явился капитальный труд В. В. Докучаева — «Русский чернозем» (1883).

только по нескольким статьям, освещающим некоторые из относящихся к ним вопросов.

Работы П. А. Костычева по изучению почв черноземной области, и в особенности по вопросам образования чернозема, имели чрезвычайно важное значение как для развития новой науки — русского генетического почвоведения, основы которой были к этому времени уже заложены Докучаевым, так и для развития научного творчества самого Костычева.

До опубликования своего труда — «Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства. Часть I. Образование чернозема» — П. А. Костычев был известен как компетентный знаток иностранной научной литературы по вопросам земледелия и агрономического почвоведения, как опытный экспериментатор-химик, автор разнообразных химических анализов черноземных почв и ценного исследования о нерастворимых фосфорнокислых соединениях почв и, наконец, как агроном и геоботаник, давший на основании своих наблюдений правильное объяснение причин высокого плодородия целинных черноземов в первые годы после их распашки и падения этого плодородия в дальнейшем, превосходно описавший смену растительности при зарастании залогов в степной полосе и выдвинувший (важное по своим дальнейшим последствиям) предложение о целесообразности перехода от краткосрочных перелогов к полевому травосеянию.

Система взглядов П. А. Костычева в области почвоведения имела до этого времени узко прикладной, агрономический характер, вытекавший из представления о почве как только пахотном или пахотноспособном слое, хотя задача почвоведения, которая была формулирована Костычевым как изучение свойств почв по их отношению к жизни растений, допускала более широкий взгляд на почву как природное образование. Изложение этой системы мы находим в его курсе лекций по почвоведению, читанных в Лесном институте в 1886/87 г. Курс этот состоит из трех частей: 1) о химическом составе и химических свойствах почв, 2) о физических свойствах почв,

3) о способах исследования почв для определения их достоинства и о классификации почв.

П. А. Костычев сознательно исключил из своего курса раздел о происхождении почв и раздел об изменении состава и свойств почв в течение продолжительных периодов времени, как имеющих чисто теоретический интерес и не представляющих практической надобности для хозяев.

Весьма последовательно и целеустремленно составленный, с точки зрения принятых установок, курс почвоведения П. А. Костычева был для своего времени, по оценке акад. В. Р. Вильямса, образцом изложения прикладной научной дисциплины.

Несомненно, что П. А. Костычев попытался в этом курсе с возможной полнотой отразить современное ему состояние агрономического почвоведения. Однако при этом ему пришлось использовать почти исключительно только работы западноевропейских ученых.

Работы по изучению русских почв и, прежде всего работы Докучаева по изучению чернозема, совсем не нашли своего освещения в курсе Костычева. Как объекту характеристики, чернозему, именно его химическому составу, уделено место в небольшой главе, трактующей о химических изменениях в почвах под влиянием растительности, причем в применении к чернозему повторяется мнение Либиха о том, что «большие количества содержащихся в нем органических веществ есть следствие, а не причина его плодородия», что «плодородие чернозема обусловливается, главным образом, не содержанием в нем органических веществ, а составом минеральной его части, плодородием тех первоначальных почв (т. е. материнских почвообразующих пород, — *И. Т.*), на которых он образовался». А в главе о системах классификации почв, в которой Костычев предлагает пользоваться классификацией Тэера—Шюблера, чернозем упоминается как разновидность группы перегнойных почв, наряду с болотными и вересковыми.

Отмечая это обстоятельство, акад. Б. Б. Полынов пишет: «И это произошло не только потому, что агрономическое почво-

ведение, как и вообще агрономическая наука того времени, создавались преимущественно трудами ученых европейских стран, где нет чернозема, но и потому, что агрономическое почвоведение не обладало и такими методами, которые приводили бы к познанию черноземных почв как природных образований. Чтобы убедиться в этом, достаточно вспомнить приведенный П. А. Костычевым пример о различной мощности (толщине) черноземной почвы, в зависимости от того, разводят на ней древесные или полевые культурные растения. Очевидно, что при такой постановке вопроса не могло быть изучения черноземных почв как самостоятельного явления, а рассматривалось только их отношение к той или иной культуре».*

Весьма вероятно, что в этом невнимании к результатам работ Докучаева, сказалось отрицательное отношение П. А. Костычева к направлению и основным выводам Докучаева по вопросам о факторах образования и распространения черноземов. Как известно, Костычев резко выступал против многих положений Докучаева, изложенных в труде последнего «Русский чернозем», как на публичной защите этого труда Докучаевым в качестве докторской диссертации, так и в журнальной рецензии и других статьях.

Такой же критический характер имела и основная работа П. А. Костычева «Образование чернозема».** Об этом можно судить уже по заявлению автора в предисловии к названной работе: «После г. Докучаева мне не было надобности останавливаться на геологической стороне вопроса и собирать литературу о черноземе. Но г. Докучаев, считая главной своей задачей геологические и географические изыскания о черноземе, во второй половине своей книги дает соображения о причинах происхождения чернозема; я не мог и никак не могу согласиться со многими его мнениями по этому предмету, так же

* Б. Б. Полынов. Очерк развития учения о почве как отрасли естествознания. Тр. Инст. истор. естествозн., т. II, 105—169, 1948.

** Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства. (См. настоящий сборник).

как и по вопросу о географии чернозема; для того, чтобы точнее определить справедливость таких или иных воззрений по этим вопросам, я должен был предпринять некоторые новые исследования».

Исследования П. А. Костычева, результаты которых изложены в названном труде, были направлены, во-первых, на изучение условий разложения органических веществ (растительных остатков) в почвах, во-вторых, на выяснение факторов, обусловивших образование чернозема (в связи с чем находился и вопрос о географическом распространении чернозема).

Изучение условий разложения органических веществ в почвах было необходимо для выяснения причин накопления в черноземах и вообще в почвах перегноя. Имевшиеся к тому времени сведения по этому предмету были весьма скудными, и это не могло не отразиться на попытке использования их для решения вопроса о причинах накопления перегноя в черноземах, сделанной Докучаевым.. Как известно, высказанные им соображения по этому вопросу имели слишком общий, мало определенный характер, а потому были недостаточно убедительными, особенно для П. А. Костычева, который по складу своего ума был тонким, настойчивым и последовательным аналитиком».*

П. А. Костычевым, при участии своих учеников — слушателей Лесного института, была проведена обширная серия экспериментальных исследований в лаборатории, в результате которых был получен ряд определенных выводов в отношении влияния на разложение органических растительных веществ таких факторов, как температура, влажность, степень разложенности, присутствие углекислой извести и примеси песка и глины. Значительная часть полученных им выводов

* Эта глубоко верная характеристика склада мышления П. А. Костычева была дана Н. М. Сибирцевым (см. его статью в настоящем сборнике). Аналитический склад ума П. А. Костычева резко отличал его от В. В. Докучаева, которому, наоборот, была присуща в высшей степени способность к широким обобщениям.

(особенно в отношении роли температуры и влажности) сохраняет свое значение и в настоящее время. На основании ряда специальных опытов, имевших целью выяснить причины разложения органических веществ и образования темно окрашенного, аморфного перегноя (характерного для черноземов), Костычев пришел к выводам: 1) что разложение происходит главным образом под влиянием бактерий и грибов, а частью чисто химическим путем; 2) что «только относительно грибов несомненно, что они способны образовать продукты разложения, окрашенные в темный цвет», и 3) что «образование аморфных продуктов разложения обусловливается главным образом деятельностью животных».

Относительно второго вывода, который считается в настоящее время ошибочным, следует отметить, что в одной из последующих работ * Костычев несколько изменил его, указав на то, что «образование темных продуктов разложения не представляет какой-либо специфической способности грибов, но по крайней мере во многих случаях зависит только от того, что грибы уничтожают кислую реакцию субстрата, на котором они поселяются», вследствие чего он делается «способным легко окисляться и темнеть». То же самое, отмечает Костычев, наблюдается и с бактериальными продуктами разложения: «если их сделать щелочными (например посредством аммиака), то они темнеют на воздухе от окисления».

Однако в дальнейшем, касаясь вопроса о предельном содержании азота в перегное,** Костычев исходил из положения, что перегной образуется в основном грибами.

По вопросу о том, каким условием определяется накопление перегноя в почве, П. А. Костычев выдвинул известное положение, что накопление перегноя в почвах может происходить только при таких условиях, когда разложение органических

* П. А. Костычев. Образование и свойства перегноя. 1889. (См. настоящий сборник).

** П. А. Костычев. О некоторых свойствах и составе перегноя. 1890. (См. настоящий сборник).

веществ меньше их прироста (на данной площади); когда разложение равно приросту, то никакого накопления, конечно, происходить не может. При этом, чем меньше величина разложения по сравнению с приростом, тем больше может быть, при равных прочих условиях, накопление перегноя. Положение это, «как я думаю, — писал Костычев, — может в значительной степени разъяснить наши понятия о процессе обогащения почв перегноем. Не признавая этого положения, мы всегда будем склонны думать, что для накопления в почве органических веществ необходимо особенное плодородие почвы; на самом деле обогащение почвы перегноем может происходить и при незначительных урожаях растений».

Во второй части своего труда («Образование чернозема»), касаясь вопроса об изменчивости содержания перегноя в черноземных почвах, П. А. Костычев сделал дополнительное весьма важное замечание, что разница в количестве накопляющегося перегноя определяется размером прироста органической массы (при равных условиях разложения); «понятно поэтому, что на местах с лучшей растительностью мы видим и большее содержание перегноя», писал в связи с этим П. А.

Выводы и положения, к которым пришел П. А. Костычев на основании своих экспериментальных исследований процессов разложения органических остатков, послужили основой для рассмотрения условий образования черноземных почв, чему посвящена вторая половина его книги «Образование чернозема» (главы V—X). Здесь прежде всего он останавливается на вопросе о неспособности леса к образованию чернозема, которая была подмечена еще Рупрехтом и определенно формулирована Докучаевым, однако объяснение ее у Докучаева страдало противоречивостью и не было убедительно. П. А. Костычев внес в этот вопрос большую ясность, указав на то, что органические остатки, собирающиеся на поверхности почвы даже на открытых местах, смачиваясь росой и дождями, разлагаются весьма быстро, а в лесной подстилке, которая находится в более благоприятных условиях влажности, разложе-

ние должно происходить еще быстрее. Поэтому «органические вещества, собирающиеся на поверхности лесной почвы, в каком бы большом размере ни прирастали они ежегодно, не могут накопиться в таком количестве, чтобы в значительной степени обогатить почву органическими веществами». Что же касается крупных древесных корней, то неспособность их к накоплению перегноя была указана еще Докучаевым, с объяснением которого, основанным на личных наблюдениях, Костычев был вполне согласен. «Следовательно, — писал П. А., — с какой бы стороны мы ни рассматривали вопрос, мы никак не найдем условий, при которых бы в лесу могло происходить накопление органических веществ в значительном количестве».

Эти соображения и выводы Костычева сохраняют свое значение и в настоящее время, когда мы располагаем данными не только о различном количественном содержании, но и о глубоких качественных различиях между перегноем лесных почв и черноземов.

Считая, как и Докучаев, что образование чернозема происходило и происходит под покровом травяных степей, а накопление перегноя в нем — за счет разложения отмирающих корней степной растительности (надземным остаткам, как уже сказано выше, Костычев не придавал значения в этом накоплении по причине их быстрой минерализации), П. А. Костычев уделил много внимания вопросу о причинах, вследствие которых разложение корневых остатков в черноземах происходит медленно, так что величина ежегодно разлагающихся остатков значительно меньше их прироста. Он решительно возражал против объяснения, данного Докучаевым, выдвигавшего на первое место влияние климата, и проявил исключительно большую непримиримость и изобретательность в возражениях против положений Докучаева, которыми последний обосновывал свой взгляд о сильном влиянии климата на происхождение наших почв.* Справедливость требует сказать, что эти поло-

* См. гл. VI «Влияние климата на накопление органических веществ в почвах».

жения Докучаева были формулированы в слишком общей форме и поэтому могли легко оспариваться ввиду наличия большого числа противоречащих им фактов или вследствие невозможности выделить влияние климата из совокупного воздействия других факторов. Этим обстоятельством Костычев и воспользовался, дойдя в своей уничтожающей критике почти до полного отрицания влияния климата на образование черноземов и, в частности, на образование и накопление в них перегноя.

Изложив почти дословно и критически разобрав все доводы Докучаева в пользу влияния климата на образование чернозема, Костычев приходит к выводу, что «все его (т. е. Докучаева, — *И. Т.*) доводы нельзя признать хотя бы в слабой степени удовлетворительными. Его мнения относительно быстроты и характера гниения органических веществ не согласны с основными научными положениями по этому предмету». После этого Костычев, однако, задает вопрос — «возможно ли было бы высказать гипотезу о влиянии климата на образование чернозема», если бы руководствоваться правильными понятиями об условиях, способствующих накоплению органических веществ в почвах, и отвечает на него следующим образом: «На этот вопрос нельзя отвечать отрицательно; влияние климата на накопление органических веществ в почвах, если оно есть, совсем не так очевидно, что сразу могло бы бросаться в глаза; но с другой стороны, ничто в общем резко не доказывает и отсутствия такого влияния. Однако можно сказать, что такое влияние (если оно есть) должно быть весьма сложным и разнообразным, но никак не может быть простым; * по этой причине разъяснение этого влияния представляет серьезные затруднения». Из этих замечаний можно сделать заключение, что Костычев не отрицал значения климата в накоплении перегноя, но считал крайне затруднительным его выяснение. В дальнейшем изложении (в конце гл. VI) он, однако, приходит к более

* Здесь опять возражение против Докучаева, писавшего по поводу влияния климата, что «теоретическая постановка и решение задачи, чрезвычайно просты. . .» («Русский чернозем»).

определенному заключению. Указав на ряд местностей, которые характеризуются одинаковыми метеорологическими элементами, хотя в одних из них находятся черноземные почвы, а в других, наоборот, почвы, бедные перегноем, П. А. Костычев отмечает, что даже в самой черноземной области встречаются острова нечерноземных почв, происхождение которых, конечно, нельзя объяснить климатическими причинами. «Перед нами, — говорит П. А., — явление (т. е. образование чернозема, — *И. Т.*), зависящее от множества причин; желая знать, насколько сильно в числе этих причин влиял климат, мы должны выделить это влияние, но встречаемся при этом с непреодолимыми пока затруднениями: мы находим черноземные местности с весьма сильными различиями в климате и находим большое сходство в климатическом отношении между черноземными и нечерноземными местностями. Климат черноземных уездов Нижегородской губернии * несомненно более сходен с Московским, чем с климатом Екатеринослава,** Екатеринодара,*** и т. п. Между тем в Нижегородской губ. и в Екатеринославе чернозем, а вокруг Москвы его нет. Громадный ряд таких сходств и различий, я думаю, показывает нам, что, влияние климата в данном процессе (в образовании чернозема), если оно есть, так невелико, что мы не в состоянии его заметить» (разрядка наша, — *И. Т.*).

В противовес климату Костычев выдвинул другую причину медленности разложения растительных остатков, сравнительно с приростом, обусловившую образование чернозема. Этой причиной, по его мнению, является плотность материнских пород, на которых образовался чернозем, обязанная их мелкоземистости, а также рельеф местности, которые препятствуют воде осадков проникать в глубь почвы и облегчают ее стекание в овраги. Кроме того, плотность почвы затрудняет обмен воздуха, что замедляет процессы разложения корневых

* Теперь Горьковская область.
** Теперь Днепропетровск.
*** Теперь Краснодар.

остатков. Приведем дословно высказанное им соображение в защиту этого взгляда.

«Плотные почвы, если они не трогаются земледельческими орудиями, промачиваются водою до значительной глубины только осенью и весной; с весны начинается их высыхание, уже вследствие плотности почвы, распространяющееся до глубоких слоев; произрастающая на такой земле дикая растительность своими глубокими корнями еще более способствует высыханию глубоких слоев почвы, и в силу этих обстоятельств иногда уже к началу лета мы находим почву значительно высохшей до большой глубины. Вследствие ее плотности промачивание ее дождями и обмен в ней воздуха совершается слабо, и таким образом органические вещества находятся при обстоятельствах, самых неблагоприятных для разложения.

«Сухость почвы может обусловливаться совсем не климатом, а плотностью почвы. В этом отношении, кроме плотности почвы, имеет значение рельеф местности. Это можно видеть при наблюдениях над почвами северной границы чернозема. Здесь места влажные, с характером растительности одного рода, быстро сменяются местами сухими, с другой растительной формацией. Причиной этого на незначительных расстояниях никак не может быть климат, а вероятнее всего рельеф местности». И далее Костычев высказывается еще более решительно: «. . . без малейшего изменения температуры, количеств дождевой воды, распределения атмосферных осадков, оседания рос и т. п. изменение одного только рельефа местности может произвести резкое изменение во влажности почвы; если мы все это приложим к южной России . . . и вообще к черноземной полосе, где рельеф местности в большинстве именно таков, при котором почва должна быть суше, чем в странах с другим характером рельефа, то для нас будет ясна истинная причина сухости черноземных почв по сравнению их с почвами северными и нам не будет надобности прибегать для объяснения этого во что бы то ни стало к климату и тем самым иногда впадать в невообразимые противоречия с фактами»

В настоящее время, когда мы располагаем гораздо более полными фактическими данными и более совершенными способами характеристики климата различных почвенных зон и областей, с одной стороны, и несравненно более обширными сведениями о самих черноземных почвах, обнаруживающих существенные различия в разных частях и районах черноземной зоны, с другой, для нас ясно, что Костычев, справедливо указав на слабость и неубедительность доводов Докучаева в защиту влияния климата в образовании черноземных почв, сам впал в крайность и допустил столь же, если еще не более значительную односторонность в объяснении причин образования чернозема и накопления в нем перегноя. Конечно, не подлежит сомнению, что на образование чернозема и накопление в нем перегноя оказывают влияние физические свойства материнских пород, именно их плотность, обязанная мелкоземистости, а также рельеф местности, поскольку с ними связан водный режим почвы, от которого зависит развитие растений и процессы разложения растительных остатков микроорганизмами. Но на тот же водный режим оказывают несомненное влияние и существенные особенности климата, характеризуемые не только количеством осадков, но и отношением последних к величине испаряемости.*

Как известно, это отношение весьма различно в разных почвенных зонах — оно больше единицы в северной нечерноземной зоне, приближается к единице в зоне лесостепи и меньше единицы в южной части черноземной полосы. Это значит, что интенсивность испарения влаги из почв в черноземно-степной зоне значительно выше по сравнению с северной нечерноземной зоной и, следовательно, большая сухость черноземов зависит прежде всего от особенностей климата, чего не хотел признавать Костычев.

---

* Это отношение $\frac{\text{осадки}}{\text{испаряемость}}$ было предложено Г. Н. Высоцким в 1905 г. (См.: Полная энциклопедия русск. сельск. хоз., т. IX, стр. 400 1905).

Различия в климате разных частей черноземной зоны, на которые указывал Костычев, не могут теперь служить доводом в пользу отрицания роли климата в образовании черноземов, так как этим различиям климата соответствуют и весьма значительные различия самих черноземов, которые в настоящее время разделяются на большое число видов.

Плотность и мелкоземистость материнских пород черноземов, а также расчлененный рельеф, которые были выдвинуты Костычевым в качестве основной причины образования черноземов в противовес климату, не могут считаться строго обязательными условиями для образования черноземов, так как мы знаем черноземы, развитые и на легких (рыхлых) породах (например супесях) и в условиях очень слабо расчлененного равнинного рельефа. С другой стороны, те же условия — плотность (мелкоземистость) материнских пород и расчлененный рельеф можно встретить и в некоторых районах северной нечерноземной зоны, в которых, однако, мы встречаем не черноземы, а подзолистые почвы. Следует отметить также, что Костычев оставил без внимания такой важный фактор образования черноземов, как карбонатность материнских пород,* значение которого было установлено несколько позднее.

Итак, мы вправе теперь сказать, что в своей критике взглядов Докучаева по вопросу о причинах образования чернозема Костычев был прав, когда говорил о недостаточности и неубедительности доводов Докучаева в защиту его положения о сильном влиянии климата; но он был не прав, когда стремился опровергнуть это положение Докучаева, как вообще не соответствующее действительности. В позитивной части своих суждений по этому важнейшему вопросу генетического почвоведения Костычев выдвинул, несомненно, очень ценное и научно обоснованное представление об условиях разложе-

* Повидимому, это явилось следствием неопределенных результатов его опытов (проведенных с Опритовым) по изучению влияния углекислой извести на скорость разложения растительных остатков. (См. гл. II его труда «Образование чернозема»).

ния растительных остатков (корней трав) и накопления перегноя — в отношении водного режима и аэрации черноземов; это представление, понятно, не опровергало, а, наоборот, как нельзя лучше уточняло и дополняло теорию образования чернозема, выдвинутую Докучаевым, которая именно с этим дополнением Костычева скоро вошла в руководства (курсы) почвоведения, начиная с известного курса проф. Сибирцева. Несомненно весьма ценным было и указание Костычева на важную роль в образовании чернозема физических свойств (плотности) черноземных почв, обязанных мелкоземистости материнских пород, а также рельефа местности; но, как уже было сказано, это указание дополняло, но не могло исключить значение климата, равно как и других условий, на которые Костычевым не было обращено внимания (например карбонатность материнских пород чернозема).

Вопроса о роли климата и свойств материнских пород в образовании чернозема П. А. Костычев касается и попутно, так сказать косвенным образом, при рассмотрении причин существования в черноземной области преимущественно травянистой, а не лесной растительности. В гл. VII своего труда «Образование чернозема», приведя ряд соображений и фактов (в том числе указания на многочисленные успешные опыты степного лесоразведения и случаи естественного поселения лиственных лесов на черноземе), свидетельствующих о том, что ни климатические, ни почвенные условия не препятствуют произрастанию в черноземной полосе лесов, П. А. Костычев приходит к следующему заключению: «Теперь можно считать окончательно доказанным, что причина отсутствия лесов не в климате, не в слишком коротком растительном периоде, как думал А. Кернер, а просто в том, что конкуренция дикой (травяной) растительности не допускает распространения лесов». Особый же характер теперешней флоры черноземной полосы объясняется ее заселением травянистыми растениями, главным образом, из азиатских степей; раз заняв определенные места, эти растения стойко удерживают их за собою.

В отдельной работе, вышедшей через три года после опубликования названного основного труда П. А. Костычева,* он дополняет это заключение рядом новых положений, в которых отводит большую роль свойствам (именно физическим) самих черноземных или вообще степных почв во всех частях света. По его мнению, степные растительные формации в392 прериях, пампасах и европейско-азиатских степях всегда находятся на почвах с тонко измельченными частицами, трудно проницаемых для воды и обладающих большой влагоемкостью; размещение тех и других формаций и границы между ними определяются не климатом; количество воды летних дождей, доставляемое корням в степях, определяется, главным образом, почвенными условиями, вследствие которых степные растения указанных стран находятся в таких условиях, как если бы летние дожди были очень редки и малы; растения в степях рассматриваемых стран живут почти исключительно за счет запаса зимней воды и потому отличаются кратковременным периодом вегетации. В то же время на почвах крупнозернистых растения могут пользоваться водою всех летних дождей, и потому на подобных почвах поселяются леса и вообще растения с долговременным периодом вегетации.

Кроме того, в этой же работе Костычев формулирует и положение о том, что «степные формации могут вытесняться лесами и даже неизбежно вытесняются ими без всякого влияния каких-либо изменений климата».

Таким образом в вопросе о взаимоотношениях между лесом и степью, который был предметом оживленной дискуссии в нашей почвенной и геоботанической литературе того времени и который привлекает внимание и в настоящее время, П. А. Костычев примкнул к взглядам Коржинского, выдвинувшего гипотезу о надвигании лесов на степи в пределах лесостепной полосы и, в связи с этим, — о деградации чернозема под ле-

* П. А. Костычев. Связь между почвами и некоторыми растительными формациями. 1890. (См. настоящий сборник).

сами,* гипотезу, которая была подвергнута суровой критике со стороны Докучаева.** В согласии с Коржинским Костычев считал, что серые лесные земли произошли из чернозема путем деградации последнего под лесами; однако он считал неверным допущение Коржинского об образовании из чернозема даже подзолистых (белесоватых, по Коржинскому) почв; по мнению Костычева, последние образовались (одинаковыми процессами) из нечерноземных суглинков. Костычев произвел даже специальный лабораторный опыт продолжительного просачивания воды через чернозем для того, чтобы получить представление об изменении чернозема под лесами (поскольку это изменение он ставил в связь с тем, что «в лесные почвы просачивается несравненно больше дождевой воды, чем в земли степные»).***

Этот опыт показал, что чернозем к концу его потерял заметное количество перегноя и изменил свой цвет и связность, приблизившись в этом отношении к серым лесным землям. Таким образом, Костычев был первым из русских почвоведов, сделавших попытку экспериментально воспроизвести деградацию чернозема под лесами.****

---

* С. И. Коржинский. Предварительный отчет о почвенных и геоботанических исследованиях. Тр. Общ. естествоиспыт. при Казанск. унив., т. XVI, в. 6, 1887.

** В. В. Докучаев. Реферат работы Коржинского. Тр. Вольн. экономич. общ., Журн. засед. I Отд., стр. 13, 1889.

*** См. статью «Образование и свойства чернозема» (1889) в настоящем сборнике.

**** В дальнейшем, как известно, подобные же лабораторные опыты были произведены Кравковым, а наблюдения над изменениями черноземов в природных условиях под лесными посадками — Ткаченко, Горшениным, Туминым и др. В результате этих исследований выяснилось, что изменение черноземов под влиянием лесной растительности может иметь неодинаковый характер в различных частях черноземной полосы как в сторону выщелачивания и деградации в северной части лесостепной зоны (на выщелоченных черноземах), так и в сторону увеличения содержания перегноя и связанных с ним оснований, в районах распро-

В своем «Очерке работ и взглядов П. А. Костычева» проф. П. С. Коссович считал, что в работе 1890 г.* Костычев изменил свой взгляд о причинах существования травянистой растительности в черноземной области по сравнению с основной работой 1886 г.

Это мнение, однако, едва ли можно считать верным. В самом деле, положения о приуроченности степных растительных формаций к плотным мелкоземистым почвам и о независимости границ между различными формациями от климата, которые изложены в работе 1890 г., представляют в сущности повторение положений, высказанных в работе 1886 г., но в применении не к почвам (черноземам), а к растительным формациям. Новым является только положение о возможности и неизбежности вытеснения степных формаций лесами, которое находится как бы в противоречии с прежним взглядом о том, что конкуренция дикой (степной) растительности не допускает распространения лесов. Но это противоречие, повидимому, только кажущееся, так как, допуская возможность вытеснения степной растительности лесами, Костычев имел в виду явления, происходящие на опушках лесных массивов, где создаются условия большей влажности почвы, по сравнению с открытой степью; поэтому почва здесь сильнее выщелачивается, делается менее связной и таким образом подготовляется к занятию ее лесной растительностью. Однако этот процесс надвигания леса в сторону степи идет чрезвычайно медленно в силу конкуренции со стороны степной растительности, упорно удерживающей занимаемое ею пространство. Понятно, что эта конкуренция со стороны дикой степной растительности во много раз опаснее и сильнее в случаях естествен-

---

странения обыкновенных и южных черноземов. (См. об этом: И. В. Тюрин. К вопросу о генезисе и классификации лесостепных и лесных почв. Учен. зап. Казанск. Гос. унив., LXXXX, кн. 3—4, 1930; Почвы лесостепи. Сб. «Почвы СССР», т. I, а также другие работы последнего времени).

* П. А. Костычев. О связи между почвами и растительными формациями. (См. настоящий сборник).

ного поселения древесных растений или искусственного разведения леса незначительными участками среди открытых степных пространств; эти случаи, повидимому, и имел в виду П. А. Костычев, когда в работе 1886 г. он писал, что конкуренция со стороны дикой степной растительности не допускает распространения лесов, хотя климатические и почвенные условия вполне пригодны для их существования. Отметим, что этот вывод Костычева имеет, как известно, важное практическое значение, так как служит теоретической основой для рациональных приемов степного лесоразведения.*

Из других вопросов, рассмотренных П. А. Костычевым в его труде «Образование чернозема» (1886), необходимо отметить вопрос о непосредственных источниках органических веществ, послуживших материалом для образования глубокого перегнойного горизонта черноземов.

Этому посвящена отдельная глава (VIII) «Невозможность просачивания органических веществ в почву. Образование чернозема согниванием корней». Поводом к постановке этого вопроса опять явилось мнение Докучаева, считавшего, что «всякая растительная почва, всякий чернозем всегда образовывались и будут образовываться на любой коренной породе одновременно двумя параллельными процессами: а) проникновением гумуса с поверхности и (из) верхних почвенных горизонтов и б) на счет гниющих корней». При этом он считал, что

* В последнее время некоторые авторы, неправильно приписывая взгляд о наступании лесов на степи Докучаеву, считают этот взгляд не только ошибочным, но и якобы вредным, дезориентирующим с точки зрения задач степного лесоразведения. Пример Костычева, разделявшего этот взгляд и в то же время горячо доказывавшего возможность и полезность степного лесоразведения, убеждает в полной неосновательности таких «суждений». То же самое можно сказать и относительно аналогичной оценки взгляда об «отвечности» существования степей в черноземной полосе, которого держался Докучаев и который принимался Костычевым, этот взгляд не помешал Докучаеву не только предложить мероприятия по облесению черноземов, но и горячо бороться за их осуществление.

«в настоящее время, при совершенном отсутствии подходящих данных, было бы трудно, конечно, сказать, какой из этих процессов и при каких именно условиях преобладает».

Если второй способ не вызывал сомнений, то в отношении первого вопрос был более спорным. В своей более ранней работе * Костычев допускал возможность просачивания перегнойных веществ в виде растворов аммиачных солей. В данной работе (1886) он, на основании своих наблюдений и опытов других исследователей, приходит к заключению, что «накопление в почве органических веществ может зависеть только от растительных корней», а «просачивание и снос органических веществ в глубокие слои может иметь сравнительно с корнями ничтожное значение и притом чисто местное, а не всеобщее».

Несколько позднее, в статье 1889 г.** П. А. Костычев указывает еще на один, чисто биологический, способ распространения органических веществ в почвах, а именно путем разрастания грибных нитей среди минеральных частиц в сторону от остатков корней.

В отношение же передвижения в почве перегнойных веществ в виде растворов он продолжает держаться прежнего мнения, что оно «не может происходить в значительных размерах», за исключением «почв, бедных известью, магнезией, окисью железа и т. д., вообще основаниями, дающими с кислотами перегноя нерастворимые соединения».***

---

* П. А. Костычев. Краткий очерк химических свойств перегноя и их сельскохозяйственного значения. Сельск. хоз. и лесовод., CXXI, стр. 21, 1876.

** Образование и свойства перегноя. (См. настоящий сборник).

*** Отметим, что Костычев несомненно имел в виду возможность просачивания ключевой (креновой) кислоты в подзолистых почвах, так как считал слой подзола остатком от обработки растворами последней. (См.: П. А. Костычев. На каких почвах фосфоритная мука увеличивает урожаи. Исследование подзола и причин улучшения его фосфоритною мукою. Сельск. хоз. и лесовод., май, стр. 1—11, 1889).

Особое внимание было уделено Костычевым в своем труде вопросу об изменчивости содержания перегноя в черноземных почвах, которому посвящена большая глава IX. Как известно, Докучаев выдвинул взгляд о закономерном географическом распределении почв с различным содержанием перегноя. На основании данных анализов он составил карту изогумусовых полос, которая явилась подтверждением этого взгляда. При составлении этой карты Докучаев имел в виду «главным образом общий характер распределения нормальных растительных наземных почв», под которыми он подразумевал почвы на местах ровных и сухих, с которых не было стока вод и куда не приносились никакие посторонние элементы. Кроме того, очевидно, предполагалось, что почвы должны быть образованы на одинаковых по составу и свойствам материнских породах. Как известно, составленная Докучаевым карта изогумусовых полос была использована им в качестве фактического подтверждения взгляда о сильном влиянии климата на образование чернозема.

П. А. Костычев, не допуская такого влияния климата, решительно отказывался признать и реальное значение изогумусовых полос, т. е. широких пространств, на которых расположены нормальные почвы с приблизительно одинаковым содержанием перегноя.

Исходя из положения, что содержание перегноя обусловлено (при равенстве условий разложения) приростом растительной корневой массы, т. е. развитием и характером растительности, которое является очень изменчивым в зависимости от состава и свойств «первоначальных почв» (т. е. материнских пород), Костычев считает неизбежным очень большую изменчивость в содержании перегноя черноземов даже на небольших расстояниях. В подтверждение этого он приводит большой фактический материал, собранный им лично в разных местах черноземной зоны и лично проанализированный в лаборатории, на основании которого приходит к выводу, что «для составления карты какой-либо черноземной местности

необходимо исследование многих образцов, взятых при различном характере рельефа; только после этого, когда будет замечена некоторая законность в изменчивости почв, можно надеяться на составление карты, близко соответствующей действительности. Никогда, однако, нельзя надеяться, — говорит Костычев, — что будут найдены какие-либо полосы на всем протяжении черноземной области, где содержание перегноя колеблется в пределах от 1 до 2%; этого не может быть потому, что состав почвы вообще сильно изменчив, а вместе с этим изменчиво и развитие растительности, которой определяется накопление в почве перегноя».

Замечания Костычева были, конечно, справедливы, если иметь в виду составление детальных карт крупного масштаба, необходимых для использования в производственных условиях. Его наблюдения над изменчивостью почв и содержания в них перегноя в зависимости от положения по рельефу, состава почвообразующих пород и т. д. полностью подтвердились в работах последующих поколений наших почвоведов. Но это не отнимает важного значения попытки Докучаева найти общие закономерности в процессах гумусообразования, как наиболее характерных для почвообразования вообще. Эти общие закономерности Докучаевым были все же установлены правильно, несмотря на крайне незначительное количество данных, имевшихся в его распоряжении (в сравнении с огромной территорией черноземной полосы). Такой результат несомненно обязан методу исследования, которым пользовался Докучаев, и его отмеченной уже выше способности к широким обобщениям.

В последней главе своего труда П. А. Костычев касается вопросов вымывания и размывания черноземных почв и значения этих явлений в образовании профиля черноземов. Приходя к заключению, что вымывание мелких и легких частиц может происходить «только в самых ограниченных размерах и что только размывание и снос (смывани —*И. Т.*) частиц может играть существенную роль, и притом только на местах,

незадерневших» (т. е. распаханных), Костычев считает, «что вопрос о смывании чернозема и о вымывании из него более мелких частиц совсем не так прост, как думают некоторые лица» и что «необходимо произвести детальные и точные исследования над процессами смывания, размывания и вымывания при разных обстоятельствах, по возможности точно определенных». Этим пожеланием П. А. Костычев пророчески предусмотрел развитие исследований по изучению процессов эрозии почв, которые широко развернулись к настоящему времени.

Как уже было сказано в начале нашего обзора работ П. А. Костычева, посвященных вопросам образования чернозема, эти работы имели весьма важное значение для развития как нового почвоведения, так и научного творчества самого П. А. Костычева. Не разделяя многих взглядов основателя нового, генетического направления в почвоведении — В. В. Докучаева, стремясь в ряде случаев опровергнуть эти взгляды, как неверные или необоснованные, и выдвинуть вместо них другие, более точные и соответствующие научным данным, Костычев невольно, и, может быть, незаметно для себя, воспринял новый взгляд на почву как на особое явление природы, к изучению которого недостаточно подходить только с точки зрения узко практических задач агрономического почвоведения. Это сказалось, прежде всего, на круге вопросов, которые были им выдвинуты для изучения; как уже было отмечено выше, это были вопросы генезиса, т. е. происхождения черноземов как природных образований, в то время как до этого в своем курсе почвоведения он исключил вопросы происхождения почв за их ненадобностью для практических хозяев. Поэтому нельзя не согласиться с мнением С. Никитина,* что «несмотря на многие разногласия, доходившие до антагонизма по некоторым крупным вопросам», Докучаев

* С. Никитин. Павел Андреевич Костычев (некролог). Изв. Геолог. комитета, т. XIV, № 8—9, 1895.

и Костычев «в сущности держались одних и тех же принципов, проводили ту же идею (т. е. держался широкого взгляда на почву как на естественно-историческое тело), но счастливо дополняли друг друга и оба создали современное русское почвоведение как науку»; следует только добавить, что при этом имеются в виду те работы Костычева по почвоведению, начало которым было положено его трудом «Образование чернозема» (1886), на котором сказалось несомненное влияние идей Докучаева.*

Экспериментальными исследованиями Костычева весьма обстоятельно выяснен ближайший характер процессов и условий образования черноземов, главным образом в отношении накопления в них перегноя. В результате этих исследований общие положения о происхождении чернозема, выдвинутые Докучаевым, получили гораздо бо́льшую определенность и убедительность. Можно положительно утверждать, что исследования Костычева были так необходимы и так органически дополняли основные положения Докучаева о «растительно-наземном» — степном происхождении чернозема, что без них трудно представить себе современное учение о происхождении черноземов, которое со времени Докучаева и Костычева вошло в русское почвоведение как один из его наиболее разработанных отделов.

А та острая, но строго деловая научная критика, с которой Костычев выступал против многих положений Докучаева, сыграла большую положительную роль, заставив обратить внимание на необходимость углубленной разработки вопросов

* По заключению акад. Б. Б. Полынова, названная книга Костычева «представляет интерес знаменательного исторического документа, свидетельствующего о моменте, в который агропочвовед старой школы отказывается от представления о „двух черноземах“: полевода и лесовода, и рассматривает чернозем как природное образование. И не приходится сомневаться, что такое „обращение“ вызвано работой В. В. Докучаева» (имеется в виду «Русский чернозем»). См.: Б. Б. Полынов. Очерк развития учения о почве как отрасли естествознания. Тр. Инст. истор. естествозн., т. II, 1948.

о влиянии климата и прочих факторов на образование чернозема и других почв, о происхождении и природе перегнойных веществ и их роли в почвообразовании, о процессах смывания и размывания почв и т. д.

Уделяя главное внимание изучению черноземов, Костычев занимался также изучением и других почв — серых лесных земель, подзолистых почв, солончаков, песков и горных почв под виноградниками Крыма и Кавказа. Он дал в основном верное объяснение сущности подзолообразовательного процесса и процесса образования солончаков, выяснил причины образования сыпучих песков в степной полосе и отметил характерные особенности виноградных почв Крыма и Кавказа. При этом свои полевые наблюдения в природе Костычев неизменно дополняет объективными данными собственных, тщательно выполненных химических анализов изученных почв.* В этом отношении — в отношении сочетания качеств умелого и тонкого наблюдателя процесса образования почв и других явлений в природе и искусного экспериментатора и аналитика в лаборатории — П. А. Костычев не имел себе равных среди современников и был выдающимся, достойным всяческого подражания примером для последующих и современных представителей почвоведения. С полным правом можно утверждать, что если Докучаев, заложив основы нового генетического почвоведения, развивал в нем сам по преимуществу географическое направление, то на долю Костычева выпала честь положить начало развитию экспериментального направления, которое в дальнейшем было продолжено Вильямсом, Кравковым, Гедройцем и другими выдающимися почвоведами.

При этом следует отметить не только широкий круг вопросов, экспериментально изучавшихся Костычевым, но и разносторонность методов, которые им были использованы. Наряду

---

* «Естественно-историческая классификация почв. . .». (См. настоящий сборник).

с методами химического анализа и эксперимента, которыми он блестяще владел, пройдя прекрасную школу у известного профессора химии А. Н. Энгельгардта, П. А. Костычев широко применял в своих исследованиях методы микробиологии и геоботаники, не говоря уже об агрономических наблюдениях. «По многосторонности своих знаний Костычев занимал особое, выдающееся положение среди русских почвоведов; опытный химик (как теоретик, так и практик) он был в то же время микробиологом, геоботаником и агрономом», писал о нем Сибирцев. Он был единственным из русских почвоведов (в то время), занимавшимся микробиологическими исследованиями перегноя. Он был, повидимому, первым исследователем, указавшим на роль превращений фосфора в почвах, связанных с жизнедеятельностью микроорганизмов.

Эта широкая постановка вопроса о роли не только высших растений, но и микроорганизмов в процессах почвообразования и в жизни почв, а также ряд экспериментальных исследований, выполненных П. А. Костычевым для выяснения некоторых вопросов, дают право считать его основоположником биологического направления в почвоведении, которое получило свое яркое развитие в трудах акад. В. Р. Вильямса. П. А. Костычеву принадлежит положение, с которым идейно связано развитие современного представления о сущности процессов почвообразования, формулированного акад. В. Р. Вильямсом. Это положение изложено Костычевым в предисловии к его основному труду «Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства. Часть I. Образование чернозема». Напомнив известные слова акад. Рупрехта, что чернозем представляет вопрос ботанический, Костычев пишет: «Это положение имеет более обширный и глубокий смысл, чем имело в то время, когда было высказано. Геология, как полагал Рупрехт и что подтверждено потом исследованиями г. Докучаева, имеет второстепенное значение в вопросе о черноземе, потому что накопление органических веществ происходит в верхних слоях земли, гео-

логически разнообразных, и чернозем является вопросом географии и физиологии высших растений и вопросом физиологии растений низших, производящих разложение органических веществ» (разрядка наша, — *И. Т.*).

В подчеркнутой нами фразе П. А. Костычев весьма близко подошел к тому пониманию сущности почвообразовательного процесса вообще, которая, по определению акад. Вильямса, состоит в синтезе органического вещества высшими зелеными растениями и в противоположных процессах разрушения его низшими растениями — гетеротрофными микроорганизмами.

Особенно отчетливо этот биологический взгляд на процессы почвообразования выразился в представлениях Костычева о характере процессов разложения органических остатков и образования перегноя в почвах, а также о роли микроорганизмов в режиме питательных веществ. В противоположность господствовавшим до того времени взглядам, рассматривавшим образование перегноя в почвах как процесс чисто химический, Костычев экспериментально показал, что этот процесс в основном обязан деятельности микроорганизмов, что именно непосредственным участием микроорганизмов в образовании перегноя может быть объяснена, характерная особенность его состава — высокое содержание азота. В связи с этим он писал, что «перегной представляет собой не мертвую массу, но в каждой точке дышит жизнью в разнообразных ее проявлениях; в нем происходят не только процессы разложения сложных органических соединений, но вместе с тем и процессы образования сложных соединений из простейших». Поэтому и в процессах накопления питательных веществ для растений «роль низших организмов в почве гораздо обширнее и важнее, чем обыкновенно думают, представляя их себе только как деятелей разложения и считая их лишь образователями питательных веществ для наших культурных и других высших растений». В связи с размножением микроорганизмов, усваи-

вающих при своем развитии те же элементы пищи, что и высшие растения, при некоторых определенных условиях «низшие организмы могут иногда и уменьшать содержание в почве веществ, полезных для культурных растений», т. е. иначе говоря, вступать в конкуренцию с последними за усвоение пищи.

Если принять во внимание, что в то время развитие микробиологии только начиналось, что Костычев был первым почвоведом, применившим методы и выводы микробиологии к изучению почв, можно поистине удивляться тому, что он так глубоко и, за немногими исключениями, правильно оценил значение микробиологической деятельности в жизни почв, настолько, что эта оценка сохраняет в основном свое значение и в настоящее время, т. е. через 60 лет после того, как она была высказана.

Следует, однако, отметить, что, высказав применительно к чернозему совершенно правильное и близкое к современному положение о сущности почвообразовательного процесса как процесса биологического, Костычев ограничил применение этого положения (взгляда) только к процессам образования и накопления в черноземах перегноя, с чем, однако, он не связывал развитие их плодородия. По его мнению, высказанному в той или другой форме неоднократно, «большинство черных почв отличается значительным плодородием не потому, что в них накопилось много органических веществ, вообще не потому, что почвы эти долгое время подвергались влиянию растительности, а по той простой причине, что в этих почвах еще до поселения на них растений содержались все условия, определяющие плодородие почвы».*

* П. А. Костычев. Обработка и удобрение чернозема. Сборник статей. СПб., стр. 63, 1892. — То же самое о причинах плодородия чернозема Костычев говорил раньше в своих лекциях по почвоведению в 1886 г.; по его словам, оно «обусловливается, главным образом, не содержанием в нем органических веществ, а составом минеральной его части, плодородием тех первоначальных почв, на которых он образовался; большие количества содержащихся в нем органических веществ есть следствие, а не причина его плодородия; они, конечно, изменяют к луч-

За растениями, как видно из приведенной цитаты, Костычев не признавал значения в процессе накопления элементов зольной пищи растений. Обоснование такого отрицательного мнения можно найти в его курсе лекций по почвоведению, именно в главе об изменении почв под влиянием растений, где он говорит следующее: *

«Представим себе, что после перегнивания надземных органов растений минеральные вещества их будут поглощены верхними слоями почвы; затем после перегнивания корней составные вещества их, несомненно, останутся там, где были корни, или вообще невдалеке от места нахождения бывших корней. Следующее поколение растений (если растительность остается без изменений) разовьет главную массу корней в тех же слоях, где развиты были корни в наибольшем количестве и прежде, и потому новое поколение будет пользоваться питательными веществами из тех же слоев, как и прежнее. Так как наибольшее количество корней развивается в верхнем слое, то надземные органы растений образуются, главным образом, при посредстве этого слоя, а после перегнивания надземных органов вещества из них поступают опять в тот же слой. Из этого видно, что при произрастании растений, если бы все ограничивалось обменом веществ между почвой и растениями, то никаких изменений в почве, даже при очень продолжительном произрастании на ней растений, мы не заметили бы».

По мнению Костычева, накопление органических веществ в виде гуминовокислых солей не ведет к появлению избытка минеральных питательных веществ по сравнению с чисто «минеральной почвой первоначального состава», так как органические вещества способствуют и выщелачиванию разных веществ благодаря образованию при их разложении солей азотной

шему физические свойства почвы, но не способствуют накоплению в ней зольных составных частей растений». Отметим, что под «первоначальными почвами» здесь, очевидно, разумеются материнские почвообразующие породы.

* П. А. Костычев. Почвоведение. Сельхозгиз, 1940.

и угольной кислот, которые вследствие своей растворимости выносятся в более глубокие слои. «По этой причине даже в черноземе мы не находим накопления каких-либо веществ в верхних слоях, где количество перегноя, а следовательно и гуминовых солей, весьма велико . . . После всех предыдущих разъяснений, — заключает Костычев, — я надеюсь, будет признано, что обогащение верхних слоев почвы питательными веществами возможно только вследствие выветривания безводных силикатов и что общепринятые воззрения относительно переноса веществ растениями из нижних слоев в верхние ни на чем не основаны и несправедливы».*

В отношении чернозема можно привести еще мнение Костычева, высказанное им в одной из его последних (при жизни) печатных работ.** Приведя данные по определению поглотительной способности различных горизонтов и подпочвы чернозема, Костычев приходит к выводу, «что еще до образования чернозема почвы (т. е. материнские породы)*** во всей степной области России обладали всеми элементами плодородия за исключением органических веществ». Последним же он отводил только роль источника азота и фактора улучшения физических свойств.

Таким образом, Костычев, выдвинувший новый, биологический подход в изучении почв, все же не сумел преодолеть влияния прежнего геологического направления, характерного для западноевропейского почвоведения, которое решающую роль в развитии почв и их плодородия отводило процессам образования минеральной части почв, т. е. выветриванию горных пород.

---

* П. А. Костычев. Почвоведение. Сельхозгиз, 1940.

** «Естественно-историческая классификация почв . . .». (См. настоящий сборник).

*** Здесь, как и в других случаях, когда Костычев говорит о «первоначальных почвах», очевидно, он подразумевает то, что теперь, согласно Докучаеву, называют материнскими породами.

В сопоставлении с этими взглядами П. А. Костычева выдающейся заслугой акад. В. Р. Вильямса является обоснование противоположной точки зрения, которая сформулирована им в виде следующего положения: «Развитие второго элемента плодородия почвы, концентрации в ней элементов пищи растений, представляет функцию развития самого растения на рухляковой почвообразующей породе».

Правильность этого положения в настоящее время, особенно после работ акад. Полынова и его сотрудников, установивших на фактическом экспериментальном материале ряды биологического поглощения и аккумуляции биологически важных элементов на первых стадиях почвообразования, не может уже вызывать сомнений.

В распоряжении Костычева подобных данных не было, а в своих соображениях по этому вопросу он упустил из виду возможность поступления и накопления в надземных органах и в корнях верхнего слоя почвы — минеральных веществ, усваиваемых глубокими разветвлениями корней из нижележащих слоев почвы и материнской породы. Здесь опять уместно вспомнить слова Сибирцева, в которых хорошо отмечена одна из особенностей личности П. А. Костычева как ученого: «Не все из высказанных им взглядов могут быть признаны одинаково удачными; но везде видно настойчивое и упорное искание истины, беспокойная погоня за нею, приводившая иногда к увлечениям, мы думаем, временным».

К числу таких «увлечений» можно отнести его одностороннюю (по оценке Сибирцева) гипотезу о предельном обогащении перегноя азотом через регенерацию белков грибами. Отправным пунктом этой гипотезы было отмеченное выше заключение Костычева о том, что черные перегнойные вещества почвы образуются только при разложении растительных остатков грибами, а не бактериями, а ближайшим основанием — близкое совпадение среднего содержания азота в перегное со средним содержанием его в телах грибов. Это совпадение, по мнению Костычева, не является случайным и объясняется

постепенным накоплением, при разложении растительных остатков, грибной ткани, которая содержит 5—6% азота (редко более). Указанное содержание азота является предельным для перегноя почвы, так как при достижении его дальнейшее разложение будет уже сопровождаться образованием минеральных форм азота, которые должны усваиваться высшими растениями (или же — при поступлении новых порций безазотистых веществ, в виде свежих растительных остатков — это усвоение будет совершаться грибами с образованием грибной ткани, содержащей опять 5—6% азота). «Как бы мы ни рассуждали, но если рассуждения наши будут логически правильны, то мы придем к одному заключению: в перегное не может содержаться азота более того, сколько его содержится в живущих на перегное грибах», так писал Костычев, подводя итог своим соображениям по этому вопросу.*

В свете современных данных о составе микрофлоры в почвах, мы должны признать, что эти рассуждения были неправильны, так как в большинстве случаев, за исключением только лесных подстилок, преобладающей группой микроорганизмов в почвах, не только по численности, но и по массе, являются бактерии, содержание азота в телах которых выше, чем в грибах, и доходит до 10—12%. Если бы состав перегноя всецело определялся составом микроорганизмов, разлагающих растительные остатки, т. е. состоял бы преимущественно из живых и мертвых клеток бактерий, то состав его должен бы отличаться еще более высоким содержанием азота — порядка 10%. Однако содержание азота в почвенном перегное в среднем равно 5% при сравнительно небольших отклонениях от этой цифры в ту или другую сторону, как это совершенно правильно было установлено Костычевым. Отсюда мы должны сделать вывод, что указанное содержание азота в перегное является специфическим свойством образующихся перегнойных веществ, именно,

---

* П. А. Костычев. О некоторых свойствах и составе перегноя. Сельск. хоз. и лесовод., 1890. (См. настоящий сборник).

известной устойчивостью форм связи азота в перегнойных веществах при указанном его содержании в последних, которое, очевидно, случайно оказывается очень близким к содержанию азота в грибах, а не в бактериях. Тем не менее, Костычеву все же принадлежит бесспорно выдающаяся заслуга в установлении совершенно правильной причины постепенного значительного увеличения содержания азота в разлагающихся растительных остатках по мере уменьшения остатка от разложения. Этой причиной, несомненно, является, как правильно считал Костычев, усвоение микроорганизмами минеральных форм азота, образующихся при разложении растительных остатков, и переход азота в органическую форму белковых веществ микробного происхождения, тогда как безазотистые соединения при этом подвергаются в значительной мере окислению с выделением углекислоты и воды. Дальнейшее образование перегнойных веществ идет, таким образом, за счет превращения соединений, более богатых азотом, чем первоначальные растительные остатки.

Чтобы закончить наш краткий обзор избранных работ П. А. Костычева по почвоведению, следует остановиться на упоминавшемся уже выше очерке, напечатанном в сборнике «Сельское и лесное хозяйство России» (СПб., 1893), который был подготовлен к Всемирной Колумбовой выставке в Чикаго в 1893 г.* Очерк этот представляет большой интерес для оценки взглядов П. А. Костычева как почвоведа, сложившихся к концу его научной деятельности и во многом отличавшихся от прежних его взглядов, изложенных в курсе лекций по почвоведению. Об этом можно судить уже по развернутому заглавию очерка, которое, так же как и содержание очерка, позволяет сказать, что здесь П. А. Костычев выступает прежде всего как

* П. А. Костычев. Естественно-историческая классификация почв и географическое распространение различных типов. Происхождение главнейших типов и характеристика их в физическом, химическом и биологическом отношениях. Залежи фосфоритов. (См. настоящий сборник).

представитель нового генетического направления в почвоведении, с точки зрения которого почвы являются естественно-историческими образованиями, географическое распространение и свойства которых, важные в агрономическом отношении, определяются природными условиями их происхождения и развития.

Вместо искусственной немецкой классификации Тэера — Шюблера, которая в курсе лекций Костычева по почвоведению рекомендовалась как наиболее пригодная для практических целей, в данном очерке мы находим естественное подразделение почв Европейской России на главнейшие типы подзолистых, серых лесных, черноземных, солончаковых и др., которое наметилось в трудах Докучаева. А вопросам о происхождении названных типов почв, с учетом истории и современных условий их развития, уделено такое же внимание, как и в работах Докучаева, хотя раньше, в том же курсе лекций по почвоведению, Костычев исключал разделы о происхождении и развитии почв (за длительное время) как не имеющие практического значения. При этом следует подчеркнуть, что естественно-историческое и генетическое описание почв в данном очерке не являлось самоцелью; оно служило научной основой для производственной характеристики выделенных главных типов почв с точки зрения их сельскохозяйственного использования. Эта характеристика была сделана Костычевым с исключительным знанием дела — с указанием наиболее пригодных и рациональных способов обработки и удобрения, основанных на учете результатов научного изучения свойств различных почв, с одной стороны, и опыта земледелия в передовых хозяйствах того времени, с другой. Здесь нашла яркое выражение характерная черта научного творчества П. А. Костычева — агрономическая целеустремленность его работ по почвоведению и органическая связь их с работами по земледелию.

В этом отношении, со стороны умелого сочетания результатов строго научного изучения почв, основанного на генетическом принципе, с характеристикой их в производственном отношении, названный очерк П. А. Костычева представ-

ляет собою пример, достойный творческого развития в настоящее время.

Перейдем к краткому обзору наиболее важных работ П. А. Костычева в области земледелия, где он оставил не менее значительный и оригинальный, самобытный след, чем в области почвоведения.

Если П. А. Костычев с полным правом считается, наряду с Докучаевым, одним из основателей русского почвоведения, то с таким же правом он является одним из основоположников русской агрономической науки, в которой он заложил основы общего земледелия.*

И здесь, в этой области, наибольшее внимание П. А. Костычева привлекали вопросы, связанные с черноземными почвами, — их обработкой, удобрением и системой хозяйства в целях повышения их плодородия и получения устойчивых урожаев. Будучи превосходным знатоком и ценителем западноевропейской агрономической литературы, П. А. Костычев, однако, не примкнул к господствовавшему тогда в Западной Европе агрикультурхимическому направлению, имевшему сторонников и в России, а выдвинул свое собственное, более широкое понимание условий плодородия почв и способов воздействия на последние, указав при этом на важное значение физических свойств почв. Еще в одной из своих ранних статей, написанных в студенческие годы,** П. А. Костычев определенно указал на необходимость одновременного воздействия на пищевой режим растений путем внесения в почву органических и минеральных удобрений и на водный режим путем своевременной и тщательной обработки почвы, влияющей прежде всего на физические свойства последней. В дальнейшем это положение о роли физических свойств и значении обработки

---

* См.: Н. С. Соколов. П. А. Костычев — один из основоположников русской агрономической науки. Сов. агроном., № 10, 1949.

** П. А. Костычев. Откуда растения берут воду? Сельск. хоз. и лесовод., 1869.

почв для накопления и сохранения в почве влаги приобрело особо важное значение в применении к черноземным почвам, где борьба за влагу была выдвинута Костычевым на первое место.

Одними из первых работ П. А. Костычева, выводы которых имели в дальнейшем большое значение для развития учения о способах восстановления плодородия черноземных почв и их правильной обработки, были статьи, излагавшие результаты наблюдений и исследований над почвой и растениями в степной полосе Воронежской и Харьковской губерний.* В то время в этих районах черноземной полосы еще можно было встретить сохранившиеся от распашки участки целинной степи, а на значительных площадях применялись залежная и переложная (с краткосрочными залежами) системы хозяйства. Это обстоятельство давало возможность изучать свойства черноземов и их плодородие на различных стадиях освоения, начиная от целинного чернозема и свежеподнятой нови до выпаханного (старопахотного) чернозема и обратно — от последнего через бурьянный и пырейный залоги до старой залежи под ковыльно-типчаковой степью. В результате своих наблюдений и исследований П. А. Костычев установил существенное различие в структурном состоянии (или, как он писал, в строении) целинных и старопахотных черноземов: в то время как в первых пласты верхнего слоя состоят только из мелких комочков, величиной от чечевицы до крупной горошины, связанных между собою нитями корней злаков по всевозможным направлениям вроде бус, причем комочки эти не разбиваются и не размокают от дождей, в пахотном слое старопахотных черноземов эти структурные комочки разрушаются вследствие обработок, и на поверхности этого слоя после дождей обра-

* П. А. Костычев. Из степной полосы Воронежской и Харьковской губ. (Наблюдения и исследования над почвой и растениями). Сельск. хоз. и лесовод., стр. 251—270, 301—317, 1881. (См. настоящий сборник).

зуется порядочная корка. В этом различии структурного состояния целинных и старопахотных черноземов П. А. Костычев видел одну из главных причин высокого плодородия новей (т. е. в первые годы после распашки целины или старых залежей) и падения плодородия тех же черноземов после нескольких лет их распашки. Причина эта сводится, по мнению Костычева, к благоприятному влиянию мелкокомковатой структуры новей на водный и воздушный режим почвы. Благодаря комковатой структуре пласта черноземов на новях «. . . влага в нижней части пласта держится долее; внутренность пласта всегда доступна атмосферному кислороду, а земля тотчас же под пластом постоянно остается сырою». С этим благоприятным состоянием черноземов на новях соединяется и чистота посевов от сорных трав — вторая важная причина плодородия новей. В дальнейшем, по мере разрушения комковатого строения пахотного слоя черноземов от обработок, физическое состояние его ухудшается, в связи с чем ухудшается водный и воздушный режим, что в соединении с сильным ростом засоренности (при тогдашних способах обработки) приводило к резкому падению плодородия черноземов. Костычев справедливо критиковал распространенное мнение о том, что падение плодородия черноземов после нескольких лет распашки обусловлено истощением чернозема питательными веществами. «Чернозем не может истощиться в какие-нибудь 5 или 6 лет. Роскошное развитие сорных растений по старой пахоте и урожаи культурных растений при благоприятной погоде показывают, что в почве, паханной 5—6 лет, содержится вполне достаточный для роскошного развития растений запас питательных веществ».

В условиях залежного хозяйства восстановление плодородия «выпаханных» черноземов достигалось оставлением пашни под залог, так как предоставленный самому себе, необрабатываемый чернозем, зарастая дикой растительностью, постепенно, хотя и медленно, приобретает утраченное строение (т. е. структуру).

П. А. Костычев подробно изучил смену растительности на таких залогах, равно как и детали процесса восстановления структуры, и дал, таким образом, научное обоснование залежной системы земледелия.

Однако неуклонное сокращение свободных от распашки земель заставляло хозяев переходить от долгосрочных залежей к краткосрочным, при которых восстановление плодородия почвы не достигалось и, кроме того, при длительности бурьянной стадии на залогах хозяйства не обеспечивались и кормами для скота.

Поэтому, как писал Костычев, такая система хозяйства потеряла разумные причины для своего существования. Для таких хозяйств с краткосрочными залежами Костычев рекомендовал введение искусственного травосеяния, при котором устраняется непроизводительная стадия зарастания залогов бурьяном и хозяйство обеспечивается сразу после последнего перед залежью хлеба прекрасным кормом. В качестве наиболее пригодных для этой цели трав Костычев, на основании опыта некоторых передовых хозяйств, рекомендовал костер безостый и высокую овсяницу.

Этим был намечен переход к травопольным севооборотам, введение которых является существенным звеном современной травопольной системы земледелия, разработанной акад. В. Р. Вильямсом.

Наблюдения над структурным состоянием черноземов на новях и старопашке, дополненные изучением других свойств черноземов, оказывающих влияние на их плодородие, привели П. А. Костычева к заключению, что наиболее существенным и важным условием получения хороших и устойчивых урожаев на черноземных почвах является накопление и сохранение в них влаги, а наиболее важным мероприятием для достижения этого условия — соответствующая обработка почвы, которая должна быть в основном направлена на обеспечение культурных растений влагой. Поэтому вопросам обработки черноземных почв Костычев посвятил большое число статей, которые

в дальнейшем были изданы отдельной книгой.* Эти же вопросы были предметом публичных чтений П. А. Костычева в Сельскохозяйственном музее после тяжелой засухи и неурожая в 1892 г.,** в которых он предложил систему мероприятий по борьбе с засухами в черноземной области путем применения правильной обработки почв, а также посредством накопления на полях снега.

В соответствии с главной задачей обработки черноземных почв — накоплением и сохранением в них влаги — П. А. Костычев придавал особенно важное значение зяблевой вспашке и черному пару. Зяблевая вспашка, по мнению Костычева, должна производиться как для яровых, так и для озимых посевов (т. е. под пар). В случае невозможности осенней вспашки под пар вспашка парового поля должна быть сделана как можно раньше весной. Важное значение зяблевой (т. е. осенней) вспашки, кроме ее положительного влияния на снегозадержание и лучшее просачивание осенних осадков и талых вод весной, Костычев связывал также с улучшающим влиянием осенне-зимнего промораживания вспаханной почвы на ее структуру. Это промораживание, по его мнению, является «одним из важных средств придания почве лучшего строения» и, как установлено практикой, ведет к повышенным урожаям.

В обработке черного пара П. А. Костычев особенно подчеркивал необходимость поддержания рыхлого мелкокомковатого слоя на поверхности пашни, который не должен иметь волосной (т. е. капиллярной) связи с нижележащими слоями пашни. Отсюда указание на необходимость разрыхления корки в случае ее образования после дождей. При этом Костычев весьма точно описал тот момент, когда разрыхление корки (боронами) может дать наиболее желательную мелкокомковатую струк-

* П. А. Костычев. Обработка и удобрение чернозема. СПб., 1892.

** П. А. Костычев. О борьбе с засухами в черноземной области посредством обработки полей и накопления на них снега. СПб., 1893 (См. настоящий сборник).

туру с относительно наибольшей прочностью комочков. Рыхление другого рода (лапчатыми культиваторами) — для уничтожения сорных трав — должно производиться по мере появления всходов последних.

Весьма важными условиями успешности обработки почвы П. А. Костычев считал своевременность и качество ее выполнения и соответствие ее с местными почвенными и климатическими условиями, а также с погодными условиями данного года. В этом отношении он был противником какого бы то ни было догматизма и трафаретности, а также слепого подражания западноевропейским приемам. Прекрасным примером, подтверждающим только что сказанное, является отношение П. А. Костычева к вопросу о двоении (т. е. летней перепашке) пара, которое до него рекомендовалось повсеместно как обязательный прием. Костычев указал, что такая рекомендация является ошибкой, так как в некоторых случаях (нередких в черноземной области), а именно, когда стоит засуха и образовался сухой верхний слой, двоение пара приведет к еще большему и недопустимому иссушению почвы; поэтому в таких случаях от двоения пара необходимо отказаться и заботиться только об уничтожении на нем сорных трав и о поддержании поверхности почвы в рыхлом состоянии.

Другим примером подобного рода, менее удачным и, как правило, неприемлемым с точки зрения современных требований к обработке почвы, было отношение Костычева к вопросу о глубине основной вспашки. Считая главной задачей обработки почвы обеспечение растений влагой, он придавал более важное значение своевременности и качеству вспашки, чем ее глубине. Поэтому в случаях недостатка в рабочей силе, когда стремление к глубокой вспашке могло повести к несвоевременному ее выполнению, Костычев считал более целесообразной мелкую, но своевременно сделанную вспашку. Для обоснования целесообразности более мелкой пахоты в этих случаях (имея в виду заботу о сохранении влаги в почве) Костычев попытался развить и теоретические соображения; однако ясно, что

здесь была уступка, вызванная экономическими условиями, в которых находились частновладельческие хозяйства того времени.

Весьма важную роль в борьбе с засухой в черноземной области Костычев отводил задержанию снега на полях и потому придавал большое значение насаждению «живых изгородей», т. е. лесных посадок на полях. Однако он предупреждал, что одних живых изгородей недостаточно и что для возможно полного и равномерного задержания снега на полях необходимо дополнительно пользоваться другими, легко доступными средствами, как, например, пропахиванием снега (по способу, рекомендованному инж. Баталиным), оставлением на зиму стеблей подсолнуха и т. п.

Чрезвычайно большое значение в борьбе за сохранение влаги в почве для культурных растений П. А. Костычев придавал мерам по уничтожению сорной растительности. Он писал, что все усилия по приведению почвы обработкой «в прекрасное механическое состояние, способствующее сохранению почвенной влажности» могут оказаться бесполезными, если не будут приняты меры к уничтожению сорной растительности, так как «большая влажность почвы только поможет распространению сорных трав, и для растений культурных не только не останется влаги, но они еще будут заглушены сорной растительностью».*

Наряду с мерами уничтожения сорной растительности путем правильной обработки почвы, главным образом на паровых полях, П. А. Костычев выдвинул биологический метод, основанный на использовании борьбы за существование и заключающийся в подавлении сорных растений быстро и дружно развивающимися культурными растениями. Им было по этому поводу сформулировано следующее правило: «*Для устранения сорных трав необходимо главнее всего дружное и быстрое развитие культурных растений, и потому все меры, направленные*

---

* П. А. Костычев. К вопросу об обработке черноземных почв. Сельск. хоз. и лесовод., № 3, 1886.

*к тому, чтобы доставить культурным растениям возможность развиваться быстро и дружно, будут вместе с тем лучшими мерами для устранения сорных трав.** В связи с этим он дал агрономическое обоснование способа посева сближенными рядками, получившего в последнее время название «узкорядного».**

Работая по преимуществу над вопросами обработки черноземных почв, ввиду ее решающего значения в деле накопления и сохранения влаги, П. А. Костычев не оставил без внимания и вопросы удобрения, которые он не отрывал от других вопросов земледелия. Им было составлено одно из первых руководств по удобрению почв.***

Для характеристики его взглядов на вопросы удобрения следует сказать, что он выступил решительным противником пользовавшейся в то время широким признанием теории «полного возврата» питательных веществ как не имеющей рационального обоснования. Единственно надежным руководством в деле применения удобрений он считал полевой опыт, дополненный учетом его экономической эффективности.

Наибольшее внимание в своих работах, касавшихся вопросов удобрения, П. А. Костычев уделил применению навоза на черноземных почвах, причем он дал правильное объяснение случаям отсутствия благоприятного действия навоза вследствие недостаточной подготовки (соломистости) последнего, при которой почва временно обедняется минеральным азотом, поглощаемым развивающимися микроорганизмами. Им были освещены также вопросы о применении сидерального и зеленого удобрений. Наряду с органическими удобрениями П. А. Костычев считал также целесообразным применение минеральных удобрений — суперфосфата на черноземах, фосфоритной муки, калийных удобрений и извести — на подзолистых почвах.

---

* П. А. Костычев. К вопросу об обработке черноземных почв. Сельск. хоз. и лесовод., № 3, 1886.

** Н. С. Соколов, Сов. агрономия, № 10, 1949.

*** П. А. Костычев. Учение об удобрении. СПб., 1884.

Заслуживает внимания его мнение о перспективах повышения плодородия подзолов. Учитывая, что кроме недостатка доступного для растений фосфора в подзолах нехватает также азота, калия и извести, Костычев полагал, что при совместном употреблении фосфорных и калийных удобрений, известкования и возделывания мотыльковых растений (как собирателей азота) можно доводить наши подзолы до высшей степени плодородия.

Различный характер мероприятий по повышению плодородия черноземов, с одной стороны, и подзолов, с другой, который определился в трудах Костычева, несомненно был принят во внимание Докучаевым, который несколько позже отчетливо сформулировал это различие в своем учении о зонах природы и сельскохозяйственных «царствах». Как известно, Докучаев называл зону подзола «царством минерализации», т. е. широкого применения минеральных удобрений, тогда как зона чернозема была названа им «царством физиации», т. е. использования, главным образом, мероприятий по улучшению физических свойств почв путем восстановления мелкокомковатой (крупичатой) структуры.

Для полноты освещения многосторонней научной деятельности П. А. Костычева следует упомянуть о том, что он живо интересовался вопросами степного лесоразведения и уделял большое внимание вопросам обработки почвы под лесные посадки, вопросам о размещении саженцев, об очистке почвы в культурах и об уходе за более взрослыми насаждениями.

Большой интерес представляет также его работа об Алешковских песках, в которой он наметил весьма перспективные меры по их закреплению и хозяйственному использованию; при этом видное место было отведено лесонасаждению и разведению садов (виноградников).

Выдающиеся научные заслуги П. А. Костычева получили должное признание еще у его современников. В некрологе, напечатанном после смерти П. А. Костычева в «Известиях Геологического комитета», известный русский геолог С. Ни-

китин * писал: «. . . имя покойного получило в последние годы громкую и почетную известность как одно из тех *двух имен*, которым по всей справедливости приписывается создание новой науки — *русского научного почвоведения*, науки новой не в отношении только приложения ее к изучению почв нашего обширного отечества, но новой вообще по духу и методам исследования, *по глубине и разносторонности* научных естественно-исторических основ, положенных в ее изучение, по научному генетическому принципу, развитому в этом новом русском почвовении, давшем уже столь благотворные результаты».

Что эта оценка роли П. А. Костычева в создании новой науки — русского почвоведения — была не личным мнением названного автора, а выражала общее отношение широких научных кругов тогдашней России и в том числе почвоведов новой — докучаевской школы, свидетельствует статья о Костычеве проф. Н. М. Сибирцева — ближайшего ученика и последователя В. В. Докучаева, написанная в первую годовщину со дня кончины П. А. Костычева.**

В этой статье, ярко характеризующей выдающееся значение деятельности покойного как ученого, Н. М. Сибирцев писал следующее: «Имя Костычева как ученого — это бесспорно крупное имя, одно из тех имен, за которыми — в историческом развитии научных дисциплин — закрепляется прочная и благодарная память. Тем более должно быть признательно Костычеву молодое русское почвоведение, в ряду представителей которого ему принадлежало, по общему признанию, „одно из первых двух мест“».

Это единодушное признание П. А. Костычева одним из основателей научного почвоведения, наряду с В. В. Докучаевым,

* С. Никитин. Павел Андреевич Костычев (некролог). Изв. Геолог. комитета, т. XIV, № 8—9, 1895.

** Н. М. Сибирцев. Памяти П. А. Костычева. Тр. Вольн. экономич. общ., т. I, 1897; Тр. Почвенной комиссии, в. IV, 1899. (См. настоящий сборник).

приобретает особую убедительность, если принять во внимание, что оно было высказано при жизни В. В. Докучаева, по отношению к которому П. А. Костычев был постоянным критиком и оппонентом по ряду крупных вопросов почвоведения.

Столь же единодушным было признание выдающихся заслуг П. А. Костычева и в области агрономической науки. Об этом можно судить по высокой оценке, которая была дана П. А. Костычеву как виднейшему представителю названной науки в многочисленных некрологах, статьях и докладах о нем, составленных видными представителями сельскохозяйственной науки того времени и напечатанных в различных специальных журналах.*

Несомненно, что именно выдающийся авторитет П. А. Костычева как виднейшего научного деятеля и знатока сельского хозяйства тогдашней России был причиной того, что незадолго до своей смерти, он, сын крепостного крестьянина, был выдвинут на ответственный государственный пост директора департамента земледелия, ведавшего всем сельским хозяйством страны.

«Время — лучший пробный камень для оценки людских заслуг», писал акад. А. Н. Соколовский в своей вводной статье к советскому изданию классического труда П. А. Костычева «Почвы черноземной области России ...» в 1937 г., и если теперь, через 40 лет после его смерти, приходится учиться у Костычева, то это значит, что его мысли и достижения принадлежат нам, социалистическому сельскому хозяйству, как и «все, что было ценного в более, чем двухтысячелетнем развитии человеческой мысли и культуры».

Теперь со дня смерти П. А. Костычева прошло более полувека, а его важнейшие работы, высоко ценившиеся его современниками, не только не утратили своего значения, но широко

---

* Одна из таких статей-докладов, принадлежащая секретарю Общества сельского хозяйства южной России (впоследствии профессору) А. А. Бычихину, помещена в настоящем сборнике (стр. 617).

используются в настоящее время в практике социалистического сельского хозяйства нашей Родины, особенно в борьбе с засухой и за высокие, устойчивые урожаи в степных и лесостепных областях. Имя Костычева, вместе с именами Докучаева и Вильямса, навсегда закреплено в истории нашей науки постановлением партии и правительства от 20 X 1948 г., в котором система мероприятий по подъему сельского хозяйства, лежащая в основе Сталинского плана преобразования природы вышеназванных областей, названа комплексом Докучаева, Костычева и Вильямса.

Чл.-корр. АН СССР *И. В. Тюрин.*

ПАВЕЛ АНДРЕЕВИЧ КОСТЫЧЕВ

(БИОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

Павел Андреевич Костычев — один из основоположников русского почвоведения и научного земледелия — принадлежит к числу выдающихся русских ученых XIX ст. Его труды, наряду с трудами В. В. Докучаева и В. Р. Вильямса, положены в основу исторического постановления Совета Министров СССР и ЦК ВКП(б) «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах Европейской части СССР».

Несмотря на огромные заслуги П. А. Костычева в области агрономической науки, несмотря на то, что его имя и исследования приобрели в настоящее время широкую популярность, о жизни его мы знаем очень мало. До последнего времени с достоверностью не было известно ни место его рождения, ни происхождение.* И только теперь, после длительных поисков

* В очерке акад. А. Н. Соколовского (в книге: П. А. Костычев. Почвы черноземной области России ..., 1937) указывается, что П. А. Костычев — сын крепостного крестьянина Шацкого уезда Тамбовской губернии, а в некрологе, помещенном в журнале «Земледелие» за 1895 г., сказано, что «П. А. Костычев происходит из потомственных дворян Шацкого уезда Тамбовской губернии». Дата рождения в очерке акад. А. Н. Соколовского указывается 17 февраля 1845 г., тогда как в дипломе и некоторых других документах — 12 февраля 1845 г. В студенческих документах местом рождения называется Московская губерния.

в архивах, удалось установить это документально. В выписке из метрической книги г. Москвы «Пречистенского сорока, Предтеченской, в Кречетниках церкви» * за 1845 г. указывается, что П. А. Костычев родился 12 февраля 1845 г. Отец его, Андрей Александрович, и мать, Евдокия Ивановна, были крепостные дворовые люди помещиков Петровых.

Повидимому, еще ребенком П. А. Костычев был перевезен в Тамбовскую губернию в деревню Карнаухово, недалеко от уездного города Шацка, где и протекали годы его раннего детства, о которых мы не имеем никаких сведений.

Любовь к чтению и необыкновенные способности П. А. Костычева обратили внимание его помещика, который разрешил ему пользоваться книгами своей библиотеки, а летом 1857 г. содействовал поступлению его в Шацкое уездное училище. В 1860 г. Костычев окончил училище с отличными отметками по всем предметам. Успехи юноши Костычева были столь блестящими, что помещик Петров выдал ему «вольную грамоту» и в августе 1861 г. подал прошение на имя директора Московской земледельческой школы о том, что «он желает. . . отпущенного вечно на волю Павла Костычева определить в школу».**

Московская земледельческая школа была основана в 1822 г. при Московском обществе сельского хозяйства представителями крупного помещичьего землевладения для подготовки приказчиков, а позднее — «ученых управителей». Первоначально курс этой школы был весьма несложным: сельское хозяйство, русский язык, география, математика и черчение землемерных планов. Для надзора за поведением слушателей назначался один надзиратель и два унтер-офицера.***

В 1850 г. Московской земледельческой школе были присвоены те же права, что и Горы-Горецкой школе, а именно: по окончании ее воспитанники получали звание ученого управительского

* Архивная справка Главного архивного управления от 31 III 1949 г.

** Там же.

*** Там же.

помощника, через 6 лет после окончания курса — звание ученого управителя, а еще через 10 лет — звание личного почетного гражданина. Кроме того, особо преуспевающие в науке могли поступать в Горы-Горецкий земледельческий институт.*

Горы-Горецкий институт к тому времени был переведен в С.-Петербург и переименован в С.-Петербургский земледельческий институт, куда в 1886 г. и поступил Павел Андреевич Костычев.

Зачисленный вначале вольнослушателем, П. А. Костычев, для того чтобы получить права действительного студента, должен был сдать экзамены за полный курс гимназии, причем на это требовалось разрешение попечителя Петербургского учебного округа, который в ответ на «всепокорнейшую просьбу» о допущении к экзаменам поставил очень жесткие условия: экзамены за полный гимназический курс должны быть сданы в течение 3—4 дней. Костычев успешно справился с этой задачей. 15 июня 1867 г. он представил директору Земледельческого института свидетельство от 7-й петербургской гимназии о сдаче предметов, составляющих полный гимназический курс, и после этого был переведен в действительные студенты.**

Уже начиная со второго полугодия первого курса, П. А. Костычев принимал участие в химических исследованиях проф. А. Н. Энгельгардта по изысканию способов обогащения низкопроцентных фосфоритов для применения их в качестве полноценного удобрения.

Будучи студентом, Костычев выполнил целый ряд литературных работ и экспериментальных исследований, причем в центре его внимания уже с первых шагов научной деятельности был вопрос о плодородии почвы. Он обстоятельно изучил агрономическую литературу того времени.*** Критические

* Архивная справка Главного архивного управления от 31 III 1949 г.

** Ленинградский областной архив (ЛОА), ф. 994/995, св. 9, д. 123.

*** Н. П. Горбунов. Исторический обзор действий и трудов Московского общества сельского хозяйства за 2-е двадцатипятилетие. 1870.

обзоры П. А. Костычева, помещенные в журнале «Сельское хозяйство и лесоводство» за 1868 и 1869 гг., свидетельствуют об исключительной обширности и глубине его агрономических знаний.

В одной из этих статей П. А. Костычев указал на необходимость одновременного воздействия на пищевой режим растений путем внесения в почву органических и минеральных удобрений и на водный режим — путем своевременной и тщательной обработки почвы.* В защиту взгляда об одновременном воздействии на все факторы жизни растений выступал он на страницах «Земледельческой газеты», возражая известным ученым, профессорам университета, А. В. Советову и Д. И. Менделееву.**

Выдающиеся успехи студента Костычева обратили внимание его учителя, замечательного русского ученого-химика А. Н. Энгельгардта, по предложению которого П. А. Костычев еще до окончания института в октябре 1868 г. был зачислен на должность лаборанта химической лаборатории. Здесь установилась его дружба и сотрудничество с А. Н. Энгельгардтом, которые продолжались в течение многих лет до последних дней жизни А. Н. Энгельгардта.

Однако интересы П. А. Костычева были значительно шире официальной программы института. Вместе со всей передовой молодежью того времени он сознавал необходимость широкого развития общественной мысли и успешно посещал кружки по изучению истории, философии, политической экономии, читал Чернышевского, Добролюбова, Спенсера и др.

Успехи П. А. Костычева позволили ему надеяться на оставление при институте для подготовки к профессор-

---

* П. А. Костычев. Откуда растения берут воду? Сельск. хоз. и лесовод., 102, 1869.

** П. А. Костычев. Трехпольное хозяйство, плодосмен и искусственные удобрения. Землед. газ., №№ 33 и 34, 1869. Выводы г. Менделеева «О значении находящихся в почве питательных веществ». Землед. газ., № 51, 1869.

скому званию и на продолжение начатых исследований. Но не успел он еще закончить институт, как планы его были разрушены и дальнейшие перспективы резко изменились. В апреле 1869 г. Костычев в связи с участием в студенческих волнениях вместе с другими подвергается аресту, а после освобождения вынужден оставить институт в том же году. Он поселился в рабочей окраине на Шлиссельбургском шоссе, в одном из домов завода Кованько и Варгунина.*

К этому времени относится, повидимому, его знакомство с будущей женой — Авдотьей Николаевной Фокиной. У П. А. было двое детей — сын и дочь. Сын, Сергей Павлович Костычев, впоследствии был академиком (1877—1932), крупным ученым в области физиологии растений и микробиологии.

Получив в конце 1869 г. ученую степень кандидата сельского хозяйства и лесоводства, Костычев в течение почти трех лет оставался без постоянной работы. Однако в научном отношении эти годы не прошли бесследно. Он глубоко интересовался успехами агрономической науки и много занимался в библиотеках.

В конце 60-х годов прошлого столетия на страницах специальной печати обсуждался вопрос о возможности применения конных зерноуборочных машин. Несмотря на то, что конная зерноуборка, конструкция которой была разработана агрономом Власенко, «вымолачивала зерно вполне удовлетворительно», агрономические авторитеты того времени «высказывали мнение, что машины зерноуборочные в дело не пойдут».** В качестве главного аргумента выставлялась необходимость ранней уборки хлеба и дозревания его в снопах, так как зерно более поздней уборки, в состоянии желтой спелости, по мнению противников машин, обладает худшими качествами. Костычев в ряде статей показал полную несостоятельность такого заключения. «Обще-

---

* ЛОА, ф. 994/995, св. 9, д. 123.

** Н. Тимашев. О зерноуборках гг. Власенко и Глумилина. Землед. газ., 8, 1869.

принятое мнение, — писал Костычев, — что при созревании зерен увеличивается количество клетчатки и уменьшается количество крахмала, несправедливо. Количество крахмала в зернах увеличивается, а количество воды уменьшается до окончания их зрелости. Количество прочих веществ остается постоянным. Убирать хлеба поэтому выгоднее было бы во время их спелости».*

Кроме статей по вопросу о созревании хлеба за эти же годы Костычев написал ряд обзоров и рецензий по животноводству и перевел на русский язык с немецкого известное в то время сочинение Розенберга-Липинского — «Практическое земледелие». Учитывая особенности русского сельского хозяйства, он дополнил и внес существенные изменения в текст этой книги. Комментарии Костычева были столь значительны, что он считался соавтором этой книги. В 1872 г. была напечатана его статья «О жизни и возделывании красного клевера». Рекомендуемые Костычевым приемы повышения урожайности этой важной культуры не утратили своего значения и по настоящее время.

В поисках постоянного заработка Костычеву лишь в декабре 1872 г. удалось поступить на работу в качестве лаборанта в химическую лабораторию Министерства финансов. Здесь он производил химические анализы горных пород и минералов, определял качество драгоценных металлов и одновременно учил этому искусству слушателей пробирного училища.**

В 1875 г. в Земледельческом институте, после смерти проф. Гуссаковского, открылась вакансия преподавателя растениеводства. В марте 1876 г. Совет Института принял решение о приглашении на эту должность П. А. Костычева и единогласно избрал его.

* П. А. Костычев. Физиологические процессы при развитии и созревании хлебов. Землед. газ., №№ 10, 11, 1870.

** ЛОА, ф. 1436, св. 31, д. 425 и 427.

В 1877 г. Земледельческий институт был реорганизован в Лесной институт. Агрономическое отделение в связи с этим было закрыто, и Костычев был оставлен в качестве преподавателя земледелия, а в 1880 г. назначен доцентом почвоведения.*

Внимание П. А. Костычева в эти годы привлекала новая теория питания растений, высказанная французским агрохимиком Грандо. Согласно этой теории, питание растений происходит за счет минеральных веществ, связанных с темно окрашенными перегнойными веществами почвы. Одобренная лестным отзывом Ю. Либиха, она, казалось, разрешила все противоречия старых и новых воззрений на плодородие почвы и питание растений. Для проверки этой теории Костычев воспользовался образцами черноземов, собранных и предложенных ему В. В. Докучаевым. В результате им было установлено, что «воззрения Грандо на сущность питания растений и на состояние питательных веществ в почвах не могут быть признаны справедливыми . . . в некоторых случаях получаются результаты удовлетворительные, в других — не согласные с действительностью».**

Критикуя теорию Грандо и его метод, Костычев снова подчеркивает необходимость всестороннего исследования почв. Химический метод Грандо, «даже если бы он оказался надежным, — писал Костычев, — то все равно один он не мог бы дать нам достаточных сведений о почвах . . . он может сделаться в крайнем случае только полезной частью полного исследования почв».***

Изучая почвы, главным образом с точки зрения их плодородия, он с большим интересом относился к сообщениям

---

* ЛОА, ф. 14, св. 1752, д. 31441.

** П. А. Костычев. Исследования пяти образцов черноземных почв для проверки теории Грандо. Физико-химические исследования почвы и подпочвы черноземной полосы. Вып. II, изд. Вольн. экономич. общ., 1881.

*** П. А. Костычев. Почвоведение. 1886/87 г.

В. В. Докучаева в Вольном экономическом обществе о черноземах. Но исследования Докучаева, имевшие своей задачей изучить чернозем с естественно-исторической точки зрения и производившиеся на огромных пространствах русской равнины, шли как бы в другом направлении и не могли дать ответа на вопросы, интересовавшие Павла Андреевича.

Весной 1880 г. на средства Главного управления конно-заводства П. А. Костычев поехал в Воронежскую и Харьковскую губернии для непосредственного изучения хозяйства степной полосы и черноземных почв. В течение лета он обследовал свыше 50 000 десятин никогда не паханных степей, разных залогов и пахоты различного возраста. «Ходил всюду пешком, — отмечал Павел Андреевич в своих путевых заметках, — потому что при переезде можно опустить из виду много особенностей, весьма интересных».* И действительно, ничто не ускользнуло от его внимательного взгляда. Почва степей необычайно плотна. При распахивании ее дерно борачивается книзу, и по пласту сеют обыкновенно наиболее ценные растения. В первые годы поднятия почва отличается наибольшим плодородием, а через три-четыре года урожайность ее значительно падает. Современники и предшественники Костычева объясняли высокое плодородие новей двумя причинами: во-первых, обогащением верхних горизонтов почвы элементами минерального питания за счет более глубоких слоев и, во-вторых, отсутствием сорняков на вновь распахиваемых землях. «Последнее действительно справедливо», указывал Костычев. «Что же касается первой причины, то она явно не убедительна. Роскошное развитие сорных растений на старой пахоте и урожаи культурных растений при благоприятной погоде, — писал Павел Андреевич, — доказывают, что в почве, паханной пять-шесть лет, содержится вполне достаточный запас питательных веществ для растений. . . По моему мне-

* П. А. Костычев. Из степной полосы Воронежской и Харьковской губерний. Сельск. хоз. и лесовод., 1881.

нию, — продолжает он, — плодородие нови объясняется совершенно иною причиною». Почвы новей резко отличаются от старопашек по своей структуре. «Такое строение пластов в высшей степени благоприятно для посеянных на нови растений. Пласт благодаря значительной плотности слагающих его комочков остается сверху всегда рыхлым, даже после очень сильных дождей, те же дожди на старопахотных почвах создают порядочную корку. . . Такое строение почвы только и может быть на новях; никакие меры ни при каких условиях не могут придать старопахотной земле такого строения». Разница между вновь распаханными черноземами из-под целины и старопашками заключается, следовательно, только в том, что первые, благодаря структуре и отсутствию сорняков, больше накопляют и лучше сохраняют влагу. Даже в самые засушливые годы, когда бесструктурная почва просыхает почти на всю глубину, структурная почва, впитавшая в себя влагу зимних осадков, питает растение в течение всего вегетационного сезона. И снова, но еще с большим основанием, чем в студенческие годы, Костычев утверждает, что «вопрос о влажности почвы и о возможности выгодно регулировать ее при разных обстоятельствах представляет один из важнейших, если не самый важный вопрос в земледелии. . .» и что «неурожаи и плохие урожаи растений всего чаще (в среднем выводе, можно сказать, исключительно) обусловливаются недостатком воды в почвах. Все другие причины неурожаев имеют характер случайный или местный, и только влажность почвы представляет причину значительных колебаний в урожаях целых стран».

В 1881 г. (8 XI) в открытом заседании Физико-математического факультета С.-Петербургского университета П. А. Костычев защитил магистерскую диссертацию на тему «О нерастворимых фосфорнокислых соединениях почв».* В этой работе на основании большого числа экспериментальных исследо-

* ЛОА, ф. 14, св. 1752, д. 31441.

ваний, вопреки распространенному в то время мнению, что фосфорная кислота в почве связана с полутораокисями, Костычев приходит к заключению, что основной ее формой в черноземной почве является фосфат кальция.

Магистерская диссертация П. А. Костычева получила полное одобрение со стороны официальных оппонентов — профессоров университета А. В. Советова и Д. И. Менделеева — и создала автору широкую известность. Спустя три месяца после ее защиты, в феврале 1882 г. Павел Андреевич в качестве приват-доцента приступил к чтению курса почвоведения в С.-Петербургском университете для студентов IV курса естественного разряда Физико-математического факультета и с небольшим перерывом читал этот курс по 1893 г.*

В 1882 г., почти сразу же после появления сообщений Пастера о предохранительных прививках сибирской язвы, по поручению Главного управления Государственного конного заводства П. А. ездил в Париж для более обстоятельного изучения этого вопроса. При его содействии профессором Харьковского университета Ценковским разрабатывались приемы прививки антракса овцам в большом масштабе.

Летом 1885 г. он был командирован Министерством государственных имуществ в Великоанадольское и Бердянское степные лесничества для изучения степного лесоразведения с точки зрения почвоведения. Его особенно интересовал вопрос о более рациональных приемах подготовки почвы под лесные посадки и об уменьшении трудовых затрат на уход за молодыми насаждениями. После тщательного изучения состояния леса и условий его произрастания Костычев писал, что вновь распахиваемые целинные почвы являются в этом отношении наиболее пригодными, так как они, во-первых, обладают структурой и поэтому лучше сохраняют влагу зимних осадков, больше содержат питательных веществ и, во-вторых, совершенно свободны от сорняков, борьба с которыми чрезвы-

* ЛОА, ф. 14, св. 250, д. 8350.

чайно обременяет работу по уходу за молодыми деревцами. В практике лесоразведения в те годы очень часто производили осеннее боронование почвы. П. А. Костычев доказал вредность этого приема.

Рассматривая далее вопросы о подборе культур, о густоте посадок, об уходе за насаждениями, Костычев все свои рекомендации в этом направлении обосновывал биологическими особенностями отдельных культур и свойствами данной почвы.

Научные работы П. А. Костычева охватывали очень широкий круг вопросов, но главной темой его исследований были почвы черноземной области России, которыми он занимался с конца семидесятых годов и почти до последних дней своей жизни.

Изучению генезиса и свойств этих почв посвящена его книга «Почвы черноземной области России . . .». Изданная летом 1886 г., она, повидимому, представлялась в университет в качестве докторской диссертации, но не была допущена к защите. Из писем А. Н. Энгельгардта к П. А. Костычеву можно заключить, что она была переслана в Харьков к проф. Харьковского университета А. Зайкевичу.*

Нам не известны более детально обстоятельства этого дела, но не вызывает никаких сомнений тот факт, что П. А. Костычеву, несмотря на выдающиеся заслуги в области агрономической науки, не дали сделать законченной научной карьеры. Он не получил степени доктора и до самой смерти оставался в скромном звании доцента.

С 1886 г. П. А. Костычев возобновил издание серии статей, начатое еще в 1881 г. под названием «Из путевых заметок», в которых с непревзойденной основательностью изложил основы земледелия применительно к условиям степной полосы. В 1890—1891 гг., когда Россию постигли страшная засуха и неурожай, агрономические советы Костычева приобрели

* Архив АН СССР. Письма А. Н. Энгельгардта к П. А. Костычеву.

особенную актуальность. В связи с этим им был составлен и издан сборник «Обработка и удобрение чернозема» (1892) и проведен ряд публичных чтений в Сельскохозяйственном музее на тему: «О борьбе с засухами посредством обработки полей и накопления на них снега», изданных в 1893 г. отдельнсй книгой. В этих работах П. А. подчеркивал, что «причина неурожаев заключается, главным образом, не в климате, а в особых свойствах той почвы, на которой неурожаи случаются так часто, что редкий год проходит без того, чтобы в какой-нибудь незначительной местности черноземной полосы не было полного или почти полного неурожая». Но с засухой можно успешно бороться для всех доступными приемами — своевременной обработкой и накоплением возможно большего количества снега на полях.

В 1887 г., по заданию Министерства государственных имуществ, П. А. Костычев впервые произвел всестороннее изучение обширной территории (около 2000 км^2) днепровских песчаных наносов, известных под названием Алешковских песков.

Еще в начале XIX ст. на месте Алешковских песков были леса и луга. Усиленная распашка и пастьба скота превратили их на значительной части площади в голые сыпучие пески. Ознакомившись с природными условиями этого края, Костычев писал, что «песчаная местность Днепровского у. представляет много условий, весьма выгодных, и что при надлежащем пользовании ими население здесь может существовать не только не терпя нужды, но даже зажиточно».* Наиболее рациональными отраслями хозяйства для этих условий он считал садоводство и огородничество. Возделывание овощных растений и винограда, по мнению П. А., могло обеспечить более быстрое укрепление песков, чем посев зерновых культур с непременным выпасом скота по жнивью.

---

* П. А. Костычев. Алешковские пески. Ежегодн. Лесн. инст., 1887.

Одним из наиболее эффективных приемов закрепления песков П. А. Костычев считал лесоразведение. Но учитывая почвенные и климатические особенности данной местности, он рекомендовал приемы посадок и ухода за насаждениями совершенно иные, чем те, которые применялись на черноземных почвах. В условиях Алешковских песков, сильно нагреваемых с поверхности, он считал, что «наибольший успех обещают посадки на песках, закрепленных, т. е. занятых травянистою растительностью». Глубокая вспашка, часто с выворачиванием погребенного более плодородного слоя, может быть не только бесполезной, но и вредной. Совершенно недопустимой он считал посадку деревьев в ямки; окруженные со всех сторон горячим песком саженцы в ямках будут особенно сильно страдать от жары.

Восьмидесятые годы, по словам современника Павла Андреевича — А. А. Бычихина, являются временем наиболее интенсивного творчества П. А. Костычева. За этот период им подготовлены и изданы: классическое исследование «Почвы черноземной области России...», литографированный курс «Почвоведение», «Удобрение почв» (в качестве руководства для практических хозяев), «Учение о механической обработке почв» и многие другие статьи, заметки, рецензии, ответы на вопросы и т. д.

Уделяя много времени и труда изучению почв и хозяйства степной полосы, П. А. Костычев занимался и исследованием менее плодородных, но широко распространенных на севере подзолистых почв.

В 1881 г. по командировке Министерства государственных имуществ, в связи с организацией опытов по применению суперфосфата, П. А. Костычев побывал во многих местах лесной зоны, и в том числе в имении Батищево у А. Н. Энгельгардта. П. А. указал, что формирование своеобразного профиля подзолистых почв происходит под воздействием органических кислот, накапливающихся при разложении лесной подстилки. Просачиваясь глубже, кислые растворы промывают

верхние слои почвы и, постепенно насыщаясь основаниями, выпадают в осадок. Известковые или железистые соли органических кислот как цемент связывают частицы почвы и образуют очень плотный труднопроницаемый для воды и корней ортштейновый горизонт. Костычев не только объяснил происхождение подзолистых почв, но и наметил способы их улучшения.

В качестве одного из основных приемов повышения плодородия этих почв он указал на известкование их. Путем внесения извести, фосфорных и калийных удобрений под посевы клевера бесплодные подзолистые почвы, как указывал Павел Андреевич, «можно довести до высшей степени плодородия».*

П. А. Костычев был первым исследователем засоленных почв, характерными признаками которых он считал необыкновенную плотность и высокое содержание солей. «Солонцы лежат всегда там, где почва должна испарять большое количество воды . . . и где близко выход грунтовой воды наружу».** Сообразно с особенностями этих почв он предложил ряд мероприятий по борьбе с засолением.

Не менее яркой и показательной является педагогическая деятельность Павла Андреевича. Его лекции по почвоведению, которые он читал в Петербургском университете (1882—1893) и в Лесном институте (1880—1893), отличались целеустремленностью и ясностью. Это нашло свое отражение и в оставленном им курсе лекций по почвоведению, который, по мнению В. Р. Вильямса, «представляет классический образец изложения прикладной естественно-научной дисциплины».***

* П. А. Костычев. На каких почвах фосфоритная мука увеличивает урожаи. Сельск. хоз. и лесовод., 108, 1888.

** П. А. Костычев. Происхождение солонцов. Землед. газ., № 42, 1882.

*** См. предисловие редактора к книге П. А. Костычева «Почвоведение». Сельхозгиз, 1940.

«Почвоведение» П. А. Костычева от начала до конца проникнуто идеей неразрывной связи между растениями и почвой. «Говоря о почве, мы всегда имеем в виду растения, которые на ней произрастают или для возделывания которых она предназначается. . . Изучение свойств почв по их отношению к жизни растений составляет предмет почвоведения».* Как по своей основной идее, так и по приводимым в развитие этой идеи экспериментальным данным, иллюстрирующим взаимозависимость почв и растений, «Почвоведение» и в настоящее время не утратило своего значения.

Организация учебного процесса у П. А. Костычева была образцовой. Наряду с чтением лекций он открывал широкий доступ студентам в свою лабораторию для участия в экспериментальных исследованиях по почвоведению. Желающих было много. Лаборатория П. А. Костычева всегда была переполнена студентами. «Строгий профессор, не гнавшийся за популярностью, он был, однако, горячо любим молодежью, потому что всегда входил в ее интересы, был крайне отзывчив к научным стремлениям учащихся и мастерски руководил первыми их попытками к научному исследованию и первыми шагами на поприще практической деятельности».**

С начала восьмидесятых годов П. А. Костычев читал курс «Сельское хозяйство» на Высших женских курсах. Ежегодно он выступал в Сельскохозяйственном музее по вопросам луговодства; состоял членом Вольного экономического общества, Общества естествоиспытателей, Русского географического общества, членом Союза деятелей по техническому образованию, а также членом Русского физико-химического общества, принимал участие в работе Общества рыбоводства.***

---

* П. А. Костычев. Почвоведение. 1940.

** А. Л. Рудзкий. Памяти преждевременно отошедшего. Землед. газ., № 48, 1895.

*** ЛОА, ф. 994, св. 13, д. 175; ф. 994, св. 35, д. 510; ф. 994, св. 61, д. 1000.

С 1880 г., в течение двух лет, П. А. Костычев исполнял обязанности секретаря Совета Лесного института. В январе 1885 г. он был назначен членом Ученого комитета Министерства государственных имуществ. С февраля 1888 г. П. А. исполнял обязанности агронома при департаменте уделов. В октябре 1892 г. по назначению министра народного просвещения он принимал участие в работе особого отделения ученого комитета Министерства народного просвещения по техническому и профессиональному образованию. В апреле 1893 г. П. А. был назначен на должность инспектора сельского хозяйства и в этом же году оставил службу в Лесном институте. В апреле 1894 г. П. А. Костычев был назначен директором департамента земледелия.*

Выполняя обязанности инспектора Министерства земледелия, а затем директора департамента земледелия, П. А. Костычев приложил немало усилий для развития сельскохозяйственного образования в России. Он проектировал организацию широкой сети сельскохозяйственных курсов для учителей, зимних школ и публичных чтений для крестьян и военнослужащих. Он настаивал на расширении сети земледельческих школ и улучшении положения существующих. П. А. Костычеву мы обязаны созданием первых казенных опытных станций в России (Шатиловской, Вятской, Херсонской, Краснокутской, Энгельгардтовской, Безенчукской, Запольской, Валуйской, Сиворицкой).

Сельскохозяйственные опытные станции и поля, как указывал П. А., должны были быть связующим звеном между агрономической наукой и сельскохозяйственной практикой. Они должны представлять «тот путь, по которому добытые наукой данные и истины могут проникнуть в обширную разнохарактерную область практики».** Он считал, что в России,

* ЛОА, ф. 14, св. 1752, д. 31441.

** П. А. Костычев. О мерах содействия со стороны Министерства земледелия и гос. имуществ учреждению и содержанию опытных полей. Сельскохозяйственный совет. Доклады и протоколы, 1895.

где земледелие имеет более важное значение для народного хозяйства, чем в какой-либо другой стране, и где условия хозяйства чрезвычайно разнообразны, необходимость создания сети опытных полей и станций является особенно острой.

Занимая высокий пост крупного государственного деятеля, Павел Андреевич не изменил своим демократическим убеждениям. Когда, в то время еще молодой ученый, В. Р. Вильямс в начале девяностых годов пришел в приемную департамента земледелия, то швейцар на его вопрос «кто есть в департаменте?» ответил: «Костычев здесь, а господа-чиновники еще не пришли». Противопоставление Костычева «господам-чиновникам» настолько запечатлелось в памяти Василия Робертовича, что он неоднократно впоследствии рассказывал этот факт своим ученикам.* На посту директора департамента земледелия Костычев оставался тем же скромным тружеником-ученым, каким он был и в начале своей научной деятельности.

Жили Костычевы в то время в доме № 4 по Гусеву переулку. По пятницам у них собирались близкие друзья и знакомые, в том числе Лесевичи, академик А. Н. Веселовский, С. П. Боткин, скульптор П. П. Забелло, Д. А. Тимирязев, проф. И. П. Бородин, проф. Х. Я. Гоби, В. И. Лихачев и др.

П. А. Костычев был человеком высоких душевных качеств, добрым, отзывчивым и сердечным. «Беседовать с ним было истинным наслаждением, — так тонко относился он к затрагиваемым вопросам и так сдержанно делал даже самые существенные возражения. При этом его никогда кажется не покидала характеристическая, не то грустная, не то слегка скептическая улыбка, поразительно верно переданная на портрете, сделанном другом его, покойным Ге»,** писал о П. А. Костычеве один из его сослуживцев проф. А. Л. Рудзкий.

Исключительно напряженная деятельность П. А. Костычева отразилась на состоянии его здоровья и преждевременно

* Из письма акад. А. Н. Соколовского автору настоящего очерка.

** Землед. газ., № 48, 1895.

свела его в могилу. Он скончался 21 ноября 1895 г. на пятидесятом году жизни. 25 ноября 1895 г. в одном из журналов Петербурга появилось сообщение: «Вчера в Александро-Невской лавре совершался печальный обряд, собравший многочисленную толпу представителей различных общественных групп. Шум скатывавшейся на доски земли напомнил о том, что мы навсегда расставались с одним из выдающихся наших научных работников — Павлом Андреевичем Костычевым. . . Еще четыре дня тому назад П. А. Костычев работал в своем кабинете и никто не мог предположить приближение смерти, хотя приступы грудной жабы, давно уже мучившей покойного, в последнее время усилились после аварии, которую П. А. потерпел нынешним летом в Каспийском море во время поездки по делам службы. Имя П. А. Костычева как неутомимого работника, агронома и исследователя известно всей России».*

Выходец из народа, горячий патриот своей родины, богато одаренный природой, широко образованный и исключительно работоспособный, П. А. Костычев в науке шел своим независимым путем. В совершенстве зная достижения западноевропейской агрономической мысли, он критически относился к ним и считал, что научные основы нашего земледелия должны вырабатываться самими русскими, в соответствии с особенностями почвы и хозяйства страны. «Мы потерпели много потерь, — говорил Костычев в своих беседах о борьбе с засухой, — вследствие того, что обрабатывали наши поля по западноевропейским образцам».** Так же критически он относился к химическим методам определения почвенного плодородия, которым немецкая агрохимическая школа придавала универсальное значение.

В развитии основных положений агрономической науки П. А. Костычев, несомненно, далеко опередил своих западно-

* Журнал «Хозяин», № 47, 1895.

** П. А. Костычев. О борьбе с засухами посредством обработки полей. Изд. 3-е, 1905.

европейских современников. Однако в то время почти ни одно из выдвинутых Костычевым средств борьбы с засухой и повышения плодородия почв не было и не могло быть полностью реализовано. Только в советское время, только в условиях первого в мире социалистического государства применение их приобрело силу закона и в плановом порядке широко осуществляется в практике социалистического земледелия.

Е. И. Шилова.

КРАТКИЙ ОБЗОР НАУЧНОЙ И ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ П. А. КОСТЫЧЕВА *

21 ноября текущего года не стало одного из видных представителей науки земледелия. Не стало Павла Андреевича Костычева. В течение более двух десятков лет Павел Андреевич вел непрестанную работу на поприще научной разработки различных вопросов земледельческой техники. Будучи официальным представителем научной агрономии в течение двадцати лет в качестве преподавателя в двух высших учебных заведениях — в Лесном институте и Петербургском университете,— П. А. успел в то же время обогатить науку и русскую сельскохозяйственную литературу целым рядом литературно-экспериментальных работ как в виде самостоятельных исследований, так и составлением нескольких руководств по различным вопросам и отделам сложной и в высшей степени богатой разнообразием области земледельческой техники.

С 1893 г. начинается административная деятельность Костычева: сначала в должности инспектора сельского хозяйства, а затем, с 1894 г., на посту директора департамента земледелия. Недолговременное пребывание П. А. в роли ди-

---

* Речь, прочитанная в собрании Общества сельского хозяйства южной России 9 декабря 1895 г. секретарем Общества А. А. Бычихиным. (Печатается с сокращениями, — *Ред.*).

ректора департамента не прошло, однако, бесследно. По его инициативе и под его руководством были собраны материалы, а затем созван был и съезд представителей, посвященный вопросам о низшем и среднем сельскохозяйственном образовании. В числе вопросов, также возбужденных Костычевым и выдвинутых им на ближайшее разрешение, указывают на широкую организацию опытных полей и станций, выдвигаемых им на первый план.

Таким образом, плодотворная деятельность П. А. при таких больших полномочиях, можно сказать, только что начиналась. Преждевременная смерть обездолила русское земледелие и навсегда лишила компетентного руководителя. Русская сельскохозяйственная журналистика, а также иностранная преисполнены скорби по поводу преждевременной утраты, признавая значение Костычева для русского земледелия весьма значительным. Проф. Рудзкий в своем некрологе говорит, что «в научной и практической постановке химических вопросов нашей почвы, вопросов об уходе за нею, об ее обработке и удобрении Костычев не имеет себе равного».

Посмотрим же, что сделал П. А. для агрономии вообще и для русского земледелия в частности, чем заслужил всеобщую признательность.

Уже в самом начале своей педагогической деятельности П. А., сознавая более чем кто-либо большой недостаток в руководствах и учебниках на отечественном языке по сельскому хозяйству вообще и земледелию в частности и усматривая в этом одну из главных причин слабого развития сельскохозяйственной промышленности в России, старается пополнить этот пробел переводами известных немецких руководств и сочинений.

Всем известна весьма популярная книга Розенберг-Липинского «Практическое земледелие», впервые появившаяся в русском переводе в начале 70-х годов. С этой книгой молодой ученый решил выступить на помощь русскому земледелию, и, желая быть наиболее ему полезным, переводчик снабжает

эту книгу ценными дополнениями и значительными изменениями, соответствующими местным условиям. Дополнения к книге настолько значительны, что Костычев, как это признается всеми, может считаться автором этой книги наравне с Розенбергом-Липинским.

Надежды автора быть полезным скоро оправдались. Книга нашла себе среди хозяев большой круг читателей, и в настоящее время она уже выдержала пять изданий, и, вероятно, нет ни одного просвещенного хозяина, который не был бы знаком с этой книгой.

К этому же времени относится появление в русском переводе и другой книги, которая также не утратила до сих пор своего живого интереса и служит еще и теперь почти единственным полным руководством по частному растениеводству на русском языке. Книга эта «Возделывание сельскохозяйственных растений» Лангеталя.

Затем следуют переводы книг, имевших в свое время большой интерес, а именно: «Лекция о скотоводстве и познании пород» Натузиуса, «Практическое руководство к ведению молочного хозяйства» Петерсена, «Дробянки-бактерии» Цопфа, переведенная в сотрудничестве с проф. Гоби.

Самым последним переводным трудом П. А., сделанным в 1889 г., является перевод с дополнениями и изменениями весьма ценной и в высшей степени интересной книги Новацкого «Руководство к возделыванию хлебных злаков».

Пополнение отечественной сельскохозяйственной литературы переводами немецких руководств охватывает, главным образом, первый период научной деятельности П. А. Костычева, относящийся к 70-м годам. Но одновременно с этим шла и другая работа, созидавшая нечто свое, оригинальное.

Производя по поручению различных учреждений многочисленные экскурсии в различных районах обширной России, с различным климатом, почвами и общим хозяйственным строем, П. А. Костычев не мог не заметить, что западноевропейская сельскохозяйственная наука не может быть вполне

приложена к нашему земледелию и в особенности на черноземе — почве, почти неизвестной Западной Европе. Поэтому ощущалась необходимость в собственных наблюдениях и исследованиях наших почв, наших климатических особенностей и всего нашего хозяйственного строя.

Придя к такому выводу, П. А. Костычев делает главным предметом своих исследований и излюбленной темой своих работ чернозем, и в этом отношении нашим знанием вероятных ближайших причин происхождения чернозема и способов обработки и удобрения его мы обязаны исключительно Костычеву. Добытые им данные легли в основу учения о происхождении, свойствах и особенностях чернозема, а для практики послужили руководством при обработке черноземных почв в зависимости от различных условий. Полученные весьма ценные результаты стоили автору более чем десяти лет усиленной работы на поле и в лаборатории.

Недостаток сведений о способах залегания, распространения и свойствах чернозема и его изменениях при обработке на обширной площади его залегания вызывает необходимость личных наблюдений автора, наблюдений весьма кропотливых и многочисленных по числу и по разнообразию. С другой стороны, недостаток лабораторных исследований в отношении химии, физики и биологии чернозема вызывает неотложную необходимость предпринять целый ряд экспериментальных исследований, обставленных по всем правилам науки. Для разъяснения самых элементарных вопросов требовались особые опыты и многочисленные аналитические определения. Тот, кто знаком с тем, сколько требуется труда и усилий для получения целого ряда аналитических данных, подкрепляющих то или другое положение, вполне оценит ряды опытов и длинные столбцы аналитических данных, добытых Костычевым при разработке вопроса о происхождении чернозема, о состоянии фосфорной кислоты в почвах, при критическом разборе минерально-гумусовой теории Грандо и др.

Мало того, при научной разработке агрономических вопросов исследователю необходимо в совершенстве обладать методами, присущими не только одной какой-либо области чистой науки, но также методами многих естественных наук, стоящих нередко особняком друг от друга. П. А. Костычев счастливо сочетал в себе ученого сельского хозяина, прекрасного химика-аналитика и систематика-ботаника, с успехом владевшего методами исследования и способами культуры низших растительных организмов и знакомого в совершенстве со степной травяной растительностью, давшей ему возможность сделать несколько интересных обобщений в области геоботаники. Только благодаря такой обширной научной подготовке и полному знакомству со всей сельскохозяйственной литературой автору «Образования чернозема» удалось преодолеть значительные трудности и избежать тех ошибок ,от которых не свободны другие исследователи чернозема.

Пользуясь такой обширной эрудицией, Костычев в начале 80-х годов предпринимает исследование — «Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства». В 1886 г. появилась первая часть этого исследования, посвященного образованию чернозема, заглавие которой мы только что привели. Эта работа создала автору имя среди западноевропейских ученых, а его наблюдения и выводы вошли в немецкие и французские учебники по агрономической химии.

Одновременно с лабораторными исследованиями шла обработка летних непосредственных наблюдений, сделанных в различных уголках черноземной полосы, от Подольской и вплоть до Уфимской губ. Этими наблюдениями Костычев делился с читателями министерского журнала «Сельское хозяйство и лесоводство» в целом ряде интересных статей и очерков. Таковы: «Очерки залежного степного хозяйства», «Переложное хозяйство с краткосрочными залежами», «По вопросу об удобрении и обработке черноземных почв», «Черный пар и его значение», «Сенокосы и пастбища в различных местностях России» и другие статьи.

Во всех этих статьях автор старается выяснить различные стороны хозяйственного строя в различных пунктах черноземной полосы, указывает на недостаточность наших знаний свойств и особенностей степного чернозема и выдвигает вопрос и настаивает на необходимости детального и всестороннего изучения чернозема — житницы России. Все указанные статьи написаны с таким жаром и обнаруживают такой глубокий анализ, с которым автор подходил к изучению того или другого явления, что нельзя не признать, что трактуемые вопросы составляли неотъемлемую часть души красноречивого автора статей.

Основным базисом этих статей был, в сущности, один и тот же вопрос, «вопрос об обеспечении лучших и постоянных урожаев на черноземе с помощью таких средств, которые имеются у каждого хозяина при обычных способах ведения хозяйства». Оказывается, что таких средств в распоряжении хозяина слишком достаточно, и нужно только, чтобы степной хозяин повнимательнее относился и ближе присматривался бы к своим почвам, к дикой растительности и сменам ее на лугах и сенокосах и не следовал бы при обработке почвы шаблонным указаниям недостаточно проверенной практики. Здесь дело требует обстоятельного знакомства с физическими свойствами почв и физиологическими особенностями каждого из культурных растений. Только при знакомстве с этими двумя факторами и, принимая во внимание состояние погоды и время года и только для данного места, можно более или менее правильно решить — пахать глубоко или мелко. «Поэтому степной хозяин должен обладать такими сведениями, при неимении которых хозяева других местностей могут обходиться без особого вреда для себя».

Много пришлось сделать наблюдений и долго присматриваться к почвенным и климатическим особенностям черноземной полосы, чтобы притти к убеждению, что рекомендовать глубокую или мелкую пахоту в том или другом случае возможно только при наличии сведений о всех условиях данной

местности. Таким образом, для одной местности в данное время года глубокая пахота будет обусловливать большее накопление влаги в почве, для другой же местности условия слагаются как раз в обратном отношении, и мелкая пахота будет более целесообразна в этом отношении. На этом основании Костычев, излагая все научные данные и основания обработки степного чернозема и указывая на все мельчайшие детали, относящиеся к данному вопросу, предлагает хозяевам решить самим, как поступать при известных условиях: пахать ли глубоко, или пахать мелко, или не пахать вовсе и т. д.

Что же касается воззрений автора относительно непосредственных средств обеспечения полей необходимой влагой во время засух, то по этому поводу он высказывается в следующих выражениях, которые мы позволим себе привести дословно:

«Вопрос о землях, которые орошать оказывается невозможным, при всей его громадной важности, не пользуется, однако, тем вниманием, какое следовало бы ему оказывать. На изыскания по орошению и на устройство плотин и пр. ассигнуются сотни тысяч, и все приветствуют такие расходы с восторгом; восторг, конечно, в этом случае понятен, но мне кажется непростительным пренебрежение к таким изысканиям, которые могли бы указать на средства снабжать влагой неорошаемые земли; на этот предмет затраты исчисляются сотнями рублей на всю Россию, а самые исследования как-то остаются в стороне, не привлекая ничьего внимания. Многие, впрочем, склонны думать, что на землях неорошаемых земледелие, будучи предоставлено всем капризам погоды, неизбежно обречено случайностям, совершенно неотразимым, вроде засухи 1891 г. Но такое мнение совершенно неосновательно; неорошаемые земли можно, хотя, конечно, не вполне, но все же в значительной степени, предохранить от действия засух».

Главным средством обеспечения урожаев является, по автору, своевременная и соответствующая обработка чернозема. Доводы автора в пользу изложенного учения весьма

серьезны и обставлены с фактической стороны многочисленными данными.

Уступая желанию своих читателей и последователей, П. А. Костычев собирает все свои статьи, о которых мы только что говорили, носящие чисто прикладной характер, в отдельный сборник и издает под заглавием «Обработка и удобрение чернозема».

Это издание было встречено сельскими хозяевами в свое время с полным сочувствием. Мотивом к изданию сборника послужили также неурожаи 1891 и 1892 гг., так как во многих статьях, вошедших в сборник и написанных много раньше, теоретически были предсказаны подобные неурожаи на черноземе при известном неблагоприятном сочетании состояния погоды и принятых способах обработки почвы. Но этого мало: отдавая свою дань времени и обстоятельствам, П. А., по случаю двух неурожайных годов, выступает со своим авторитетным словом, и в ряде публичных чтений в Сельскохозяйственном музее он знакомит своих слушателей с вопросом о причинах неурожая в указанные два года в нашей черноземной полосе и «каким образом можно устранить подобные неурожаи в будущем посредством правильной обработки полей». В этих чтениях лектор изложил, в виде извлечения из предыдущих своих работ, данные в пользу возможности успешной борьбы с засухами путем обработки полей и накопления на них снега.

В 1893 г. эти чтения были напечатаны и вышли отдельной брошюрой под заглавием, выше нами цитированным. Собственно говоря, в этой брошюре мы не встречаем чего-нибудь нового, но самый способ изложения, мотивировка различных положений и убежденность автора в возможности борьбы с засухой делают книгу весьма интересной и поучительной, и появление ее, как резюме всех взглядов по данному вопросу, нельзя не считать вполне уместным. В настоящее же время, когда со смертью П. А. Костычева мы не услышим более его живого слова, книга эта является особенно интересной как заключительное веское слово. Насколько нам известно, эта книга

была и последним печатным трудом П. А., если не считать вышедших позже вторым изданием некоторых его книг.

Заканчивая наш очерк, мы не можем не привести здесь некоторых общих замечаний, характеризующих личность покойного.

Совершая многочисленные экскурсии в черноземной полосе России, П. А. Костычев встречался с различными и как бы противоречивыми фактами и явлениями в жизни почв и растений некоторых изучаемых пунктов. Повторяя свои наблюдения, сопоставляя между собой тождественные данные для различных местностей, разбираясь среди вариаций местных условий земледельческой практики, Костычев только тогда делал свой окончательный вывод, когда рассматриваемое явление выдерживало самый строгий научный анализ.

Встречаясь же с разноречивыми мнениями и наблюдениями сельских хозяев-практиков, часто противоречащих друг другу по вопросам обработки чернозема и его удобрения, по культуре растений и т. п., Костычев внимательно выслушивал мнение и только после продолжительной и тщательной проверки сообщаемых фактов и соображений высказывался убежденно и авторитетно в ту или другую сторону. Многое из сообщаемого, что вполне соответствовало действительности, благодаря ему сделалось достоянием науки. Будучи весьма строг к самому себе и к своим выводам, осторожный до педантизма в своих советах, П. А. относился, однако, весьма внимательно ко всякому мнению людей практики, с которыми ему приходилось сталкиваться. По этому поводу он сам говорит, что, отнесясь сначала скептически к различным способам культуры и обработки почвы, встречаемым во время экскурсий, он должен был, после всестороннего изучения, признать подобный образ действия правильным и вполне соответствующим своему назначению.

Часто встречаясь с подобного рода фактами, находящимися, повидимому, в противоречии с установившимися научными воззрениями, П. А. Костычев пришел к тому выводу, что «при

наблюдениях над русским хозяйством приходится часто встречать факты, необъяснимые с точки зрения общепринятой теории, потому что у нас могут возникнуть такие вопросы, к постановке которых в Западной Европе нет никаких поводов».

В связи с таким взглядом наблюдается еще одна особенность всех книг и статей П. А. Костычева, проходящая красной линией через все работы и резко бросающаяся в глаза. Не признавая возможным давать общие ответы и советы, одинаково пригодные для севера и юга, для глинистых и песчаных почв, он — враг всяких рецептурных указаний относительно способов обработки почв, пригодных для различных случаев. Но зато, сообщая все научные основания того или другого положения, добытого путем тщательного и всестороннего исследования, он рекомендует хозяевам взвешивать все обстоятельства за и против и только после такого исследования и согласования всех данных действовать соответствующим образом.

Таким образом, по Костычеву, хозяин должен обладать значительной естественно-исторической подготовкой и при ведении своего полеводства вести постоянную работу по зоркому наблюдению за своими полями. И только при таком способе ведения хозяйства есть возможность значительно ослабить пагубные влияния степного климата и вести хозяйство безубыточно.

Изложенные мысли легли в основу всех руководств, написанных П. А. Костычевым, и, несомненно, уже успели оказать известного рода влияние на хозяйственный строй степной полосы России. На примерах нет нужды останавливаться, так как всем нам они более или менее известны.

Ввиду таких неоценимых достоинств, какими обладают все книги Костычева и в особенности его оригинальные исследования, мы желаем им самого широкого распространения среди наших южных сельских хозяев. В этих книгах они найдут для себя много указаний, пригодных как верное руко-

водство в затруднительных случаях, много интересных проблем, которые нуждаются в разрешении и к разработке которых автор приглашает всех и каждого.

Вопросы чернозема составляли излюбленную тему работ Костычева почти в течение всей его жизни, как это видно из нашего краткого очерка; на разработку чернозема он употребил лучшие годы своей жизни. Около двух десятков лет он посвящал все свои силы и дорогое время изучению черноземных почв России. Это обстоятельство обязывает нас, членов одного из старейших обществ сельского хозяйства, обнимающего район, из которого Костычев черпал обильный материал для своих работ, быть особенно ему признательными.

Находясь постоянно в ближайшем общении с сельскими хозяевами, черпая от них практическую мудрость, Павел Андреевич прилагал все свои усилия опытного исследователя, стараясь отделить все постороннее и ненужное и в обработанном и всесторонне обследованном виде внести в общее научное здание.

Теперь Павла Андреевича Костычева не стало.

Много вопросов, разрабатываемых и намеченных им, осталось неразрешенными. Скоро ли найдется достойный его заместитель на поприще, весьма бедном силами русской научной агрономии, почти единственным представителем которой являлся в последнее время Костычев?

На обязанности сельских хозяев южной и средней черноземной полосы лежит забота не дать заглохнуть молодому детищу, взлелеянному П. А. Костычевым, и открыть возможность отечественной научной агрономии развиваться дальше и крепнуть.

Последней заботой признательные хозяева всего более почтут память своего руководителя и передадут потомству навсегда память о плодотворной научной деятельности П. А. Костычева, утрата которого всего более ощущается русским земледелием именно в настоящее время, когда наше земледелие вступает на путь научной разработки всех соприкасающихся с ним вопросов.

А. А. Бычихин.

ПАМЯТИ П. А. КОСТЫЧЕВА

(К ГОДОВОМУ ДНЮ КОНЧИНЫ ПАВЛА АНДРЕЕВИЧА КОСТЫЧЕВА)*

Год тому назад русское почвоведение понесло тяжелую и невознаградимую утрату в лице преждевременно сошедшего в могилу Павла Андреевича Костычева. Покойный Костычев, бывший воспитанник С.-Петербургского Земледельческого и лесного института и один из ближайших учеников (тоже покойного теперь) А. Н. Энгельгардта, отдал почвенным исследованиям длинный ряд лет неустанного, плодотворного и талантливого труда. По складу своего мышления и по направлению своих работ это был тонкий, остроумный, настойчивый и последовательный аналитик. Изучить явление от начала до конца, от корня до последних разветвлений, не оставить без рассмотрения ни одной детали, исследовать шаг за шагом все нити и изгибы вопроса, всюду применяя строго выдержанные методы меры и веса, — вот задачи, которые ставил себе Костычев и которые выполнялись им с неизменно сосредоточенным вниманием и соответствующим успехом. Он обладал в высшей степени способностью расчленения сложных фактов и критического анализа валовых, смешанных наблюдений и обобщений; никогда не мог бы он назвать неясного ясным,

---

* Доклад Н. М. Сибирцева, читанный в заседании Почвенной комиссии СПб. Вольного экономического общества.

40*

неполного — достаточным, известного в общих чертах — исчерпанным. По многосторонности своих знаний Костычев занимал особое, выдающееся положение среди русских почвоведов; опытный химик (как теоретик, так и практик), он был в то же время микробиологом, геоботаником и агрономом. Ни одна отрасль естествознания и сельского хозяйства, соприкасающаяся с почвоведением, не была чужда Костычеву. Энергия и настойчивость покойного исследователя известны всем, следившим за его работами. С 1872 по 1894 г., состоя профессором Лесного института и читая по временам необязательные курсы почвоведения в С.-Петербургском университете, он дал около шестидесяти статей, монографий, переводов, докладов и заметок; он изъездил вдоль и поперек всю Европейскую Россию, включая Кавказ, Уральскую область и часть Сибири; его не пугали самые кропотливые и мешкотные лабораторные исследования над почвами, обыкновенно отталкивающие от себя присяжных химиков. Ясность и последовательность изложения, свойственные произведениям и лекциям Костычева, особенно характеристичны; в каждой строке его статей, касавшихся химии или физики почв, чувствуется хозяин дела. Богатая эрудиция Костычева и целый ряд самостоятельных исследований создали ему громкую, почетную и авторитетную известность как в России, так и за границей.* Имя Костычева как ученого — это бесспорно крупное имя, одно из тех имен, за которыми — в историческом развитии научных дисциплин — закрепляется прочная и благодарная память. Тем более должно быть признательно Костычеву молодое русское почвоведение, в ряду представителей которого ему принадлежало, по общему признанию, «одно из первых двух мест».**

---

* Костычев был, между прочим, постоянным сотрудником известного издания E. Wollny «Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik».

** С. Никитин. Павел Андреевич Костычев (некролог). Изв. Геолог. комитета, т. XIV, № 8—9, 1895.

Припомним в беглом перечне главные из работ покойного профессора-почвоведа.

Чрезвычайно важный (в теоретическом и практическом отношении) вопрос о состоянии в почвах фосфора и фосфорной кислоты обращал на себя особое внимание Костычева. Он возвращался к этому вопросу несколько раз, посвятил ему свою магистерскую диссертацию и еще до шести статей и заметок. Благодаря Костычеву мы гораздо отчетливее представляем себе теперь состав и изменяемость фосфорнокислых солей в почве; мы знаем, при каких условиях образуются в почвенной среде фосфаты щелочноземельных и полуторных окислов; он разъяснил нам также, в большей или меньшей степени, какое значение имеет высвобождение фосфора из сложных органических веществ почвенной массы.

Изучению органической части почв (перегноя), этому трудному и еще не достаточно разработанному до сих пор отделу общего почвоведения, Костычев подарил несколько замечательных исследований, чрезвычайно остроумных по замыслу, по идеям и постановке и тщательных по выполнению. Самостоятельными микробиологическими работами над перегноем занимался (в то время) из всех русских почвоведов один только Костычев, изучивший предварительно методы микробиологии в Париже. Ему, между прочим, принадлежит вывод, что темноокрашенные продукты разложения растительных тканей не получаются в присутствии одних бактерий, а являются результатом совместной или последовательной жизнедеятельности бактериальных и грибных форм. Им же были предприняты поверочные и критические исследования над органо-минеральными веществами, показавшие слабые стороны в известной теории Грандо. По вопросу об условиях разложения органических остатков в почве Костычев, совместно с некоторыми из своих учеников, дал длинный ряд прямых лабораторных опытов, проливших много света на процессы и ход накопления перегноя в почвенной среде, на зависимость этих процессов от физических особенностей почвы, на образование чернозема

и его деградацию под лесами. Костычевым же высказана изящная и увлекательная, хотя и односторонняя, гипотеза о предельном обогащении перегноя азотом через регенерацию белков в грибной плазме.

Далее следуют работы Костычева (и его учеников), касавшиеся физики почв, их структуры, условий передвижения в них влаги, внутренней росы, действия на почвы мороза и пр. Все эти изыскания, сопровождавшиеся тщательным анализом явлений и постановкою поверочных опытов, имеют большое научное и практическое значение.

Не менее интересовался покойный Костычев фито- и зоопедологией, а также метеорологическими и геологическими вопросами, имеющими тесную связь с изучением почв. Не все из высказанных им взглядов могут быть признаны одинаково удачными; но везде видно настойчивое и упорное искание истины, беспокойная погоня за нею, приводившая иногда к увлечениям, мы думаем, временным.

Костычевым, между прочим, подчеркнуто значение механического и структурного характера почвы в распределении лесной и травянистой растительности; его близко занимали вопросы о соотношении между химическими свойствами почв и флорой; ему принадлежат некоторые интересные наблюдения над населяющими почву животными и им же уделено много внимания прежним и нынешним климатическим условиям степной полосы России.

Исследования над отдельными естественными типами русских почв производились Костычевым во всеоружии его основательных и разносторонних знаний. Первое место среди них занимает широко задуманная монография «Почвы черноземной области России. . .», из которой была напечатана при его жизни первая часть: «Образование чернозема». Черноземообразовательные процессы, характеризующиеся в результате особым количественным и качественным состоянием в черноземе органических веществ, рассматриваются в этой замечательной монографии с обычной для Костычева детальностью,

с критическим разбором всех привходящих условий и с постановкой многочисленных экспериментальных исследований. Меньше по объему, но не менее интересна и поучительна по содержанию другая работа Костычева, переносящая нас из степной России в северную. Мы разумеем его «Исследование подзола», в котором, помимо ясного и точного изложения генезиса подзолистых почв и ряда их химических анализов, опять встречаем специальное, тонкое и кропотливое лабораторное исследование над состоянием в подзолах фосфора и фосфорной кислоты. Солонцовым почвам Костычев также посвятил несколько статей и заметок, содержащих в себе соображения и выводы автора об условиях происхождения и залегания солонцов, об их структурных и химических свойствах и о методах мелиорации солонцов. Кроме того, Костычев касался в своих работах серых лесных земель. Не довольствуясь теоретическими данными относительно деградации почв и наблюдениями в природе, он доказал прямым экспериментом возможность и действительность перехода чернозема, при известных условиях, в бедную перегноем «серую почву». Наконец, Костычев произвел особые исследования над днепровскими, так называемыми Алешковскими песками и над скелетными почвами Крыма и Кавказа (анализы почв виноградников).

Система общих воззрений Костычева на физико-химическую натуру и жизнь почвы изложена в его обширном курсе почвоведения, читанном студентам Лесного института. К сожалению, этот курс остался ненапечатанным. Сжатый, но заключающий в себе оригинальные мысли и выводы очерк почвенных типов России помещен Костычевым в сборнике «Сельское и лесное хозяйство России», изданном департаментом земледелия и сельской промышленности для Чикагской выставки. В этой статье («Почвы России») приведены таблицы химических анализов русских почв, исполненных самим автором, и к ней приложена небольшая схематическая почвенная карта Европейской России с обозначением чернозема, лесных земель и песков.

Мы намеренно не касались агрономических и вообще прикладных работ покойного ученого, хорошо известных сельским хозяевам. Для нас в этих работах наиболее поучительно то, что все они основаны на чисто научных посылках и, прежде всего, на том же внимательном и разностороннем изучении почв. Агрология есть производное педологии, разумная агрономическая техника есть производное естествоведения, довольство и богатство страны есть производное знания — вот девиз, которому посвятил П. А. Костычев всю свою трудовую жизнь, который он поставил в основу своей научной деятельности и завещал всей мыслящей земледельческой России.

Н. М. Сибирцев.

ПРИМЕЧАНИЯ

Раздел первый

К работе «Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства»

[1] Стр. 13. Докучаев В. В. (1846—1903), классик естествознания, знаменитый русский почвовед и геолог, основоположник генетического почвоведения.

[2] Стр. 13. Рупрехт Ф. Ф. (1814—1870), русский академик, ботаник, исследователь чернозема; автор труда «Геоботанические исследования о черноземе. С картой распространения чернозема в Европейской России». СПб., 1866. (Прилож. к X тому «Записок Академии Наук», СПб., 1866, № 6).

[3] Стр. 14. Здесь П. А. Костычев подчеркивает основную и правильную мысль о том, что процесс образования чернозема нельзя понять, если не принимать во внимание «физиологии высших растений», которые создают органическое вещество, и «физиологии растений низших», производящих разрушение органического вещества. В результате такого взаимодействия растений с материнской породой создаются различные почвы той или иной степени плодородия. Данной работой Костычева было положено начало биологическому направлению в почвоведении, в последующем блестяще развитому В. Р. Вильямсом, который считал, что сущностью процесса почвообразования является синтез и разложение органического вещества и что без этого процесса не может возникнуть ни одна почва.

[4] Стр. 17. Это одно из основных положений П. А. Костычева в вопросе о происхождении чернозема, что он «образовался на месте его нахождения при посредстве таких же растений, которые на нем растут и до сих пор, и притом при всех условиях, сходных с теми, какие господствуют

и в настоящее время». Это положение созвучно взглядам об «отвечности» степей в черноземной полосе.

[5] Стр. 21. Гоппе-Зейлер Э. Ф. (1825—1895), немецкий физик и физиолог.

[6] Стр. 22. Обычно в почве наблюдается сложное явление единства аэробного и анаэробного процессов, поэтому количество выделяемой при этом CO_2 может служить лишь относительным показателем энергии разложения; в большинстве опытов Костычева этот показатель, однако, был достаточно удовлетворительным для выяснения действия основных факторов, влияющих на разложение.

[7] Стр. 23. Меллер Жозеф (вторая половина XIX в.), профессор химии и почвоведения.

[8] Стр. 24. Повидимому речь идет о смачивании почвы, при котором в ней оставался воздух, а не полном насыщении ее водой.

[9] Стр. 25. Вольни Э. (1846—1901), немецкий агроном-почвовед, профессор Мюнхенского университета, известен своими работами по агрофизике.

[10] Стр. 34. Беллен, слушатель Лесного института, проделавший под руководством П. А. Костычева исследование на тему: «О влиянии температуры и влажности на разложение органического вещества» и оформивший его как дипломную работу.

[11] Стр. 45. Если действуют микробы, то скорость разложения зависит от оптимальных для данной группы микроорганизмов условий температуры, влажности, аэрации, кислотности и т. д., при которых происходит распад органического вещества.

При повышенных температурах образование CO_2 представляет уже химический процесс.

[12] Стр. 49. В этом вопросе допущение П. А. Костычева при опытной проверке оказалось не совсем правильным. На самом деле разлагаемость разных химических образований не одинакова. Она зависит от целого ряда причин: от соотношения C и N в веществе, она различна у белков и лигнина, она выше для соединений жирного ряда, чем для ароматического, и т. п., поэтому темпы и характер разложения со временем изменяются в сторону уменьшения выделяющейся CO_2, например при разложении навоза (по опытам Вольни), энергия выделения CO_2 из торфа зависит от его возраста и т. д.

Современные представления рассматривают гумус как комплекс специфических перегнойных кислот, обладающих относительно более значительной устойчивостью к разложению, чем свежие растительные остатки.

[13] Стр. 51. Известно, что низшие организмы обладают большой устойчивостью к различным условиям обитания и очень разно-

образны по своей способности использовать конкретную среду. По отношению к температурным условиям различают термо-, психо- и мезофиллы.

[14] Стр. 53. При высоких температурах здесь имеет место чисто химический процесс.

[15] Стр. 57. Опритов, слушатель Лесного института, выполнивший под руководством П. А. Костычева дипломную работу на тему: «Влияние углекислой извести на быстроту разложения органических веществ при постоянном доступе воздуха».

[16] Стр. 61. 14-й ряд опытов с углекислой известью несколько упрощен и мало убедителен; он показывает условно лишь общую тенденцию хода процессов при наличии $CaCO_3$. На самом же деле действие $CaCO_3$ в черноземе (и в любой почве) гораздо сложнее: углекислая известь — источник кальция для жизни ряда микроорганизмов, в то же время она фактор, создающий реакцию среды. Поэтому, в зависимости от кислотности среды, создаваемой $CaCO_3$ в почве, участие микроорганизмов в процессе разложения органического вещества может быть различным. Кроме того, наличие углекислой извести в субстрате способствует процессам окисления и создания темноцветного, устойчивого перегноя (гуминовых веществ).

[17] Стр. 64. Коренвиндер Б. (1820—1884), французский химик.

[18] Стр. 77. Приведенный расчет основан на очень кратковременном опыте (6 дней) и поэтому имеет условное значение.

[19] Стр. 81. Следует иметь в виду (см. примеч. 6), что предположение П. А. Костычева о равномерности температуры разложения органического вещества в почве в течение долгого времени имело лишь условное значение, в действительности обычно не наблюдающееся. Поэтому все его расчеты здесь, как и коэффициент разложения и его формулу, следует принимать за ориентировочные данные.

[20] Стр. 82. Данное заключение является весьма ценным; его следует иметь всегда в виду при определении зависимости между содержанием перегноя в почве (процент) и ее плодородием, как указание на отсутствие прямой между ними связи, т. е. что нет прямой пропорции между перегнойностью почвы и приростом растительной массы. Однако этот вывод верен только в общей форме, так как абсолютная величина прироста при прочих равных условиях разложения будет иметь большое значение.

[21] Стр. 83. Теперь все же различают эти два типа разложения: аэробное и анаэробное. Противопоставление их друг другу по качеству образующихся продуктов не исключает представления о сосуществовании их и в организмах и в почвах, где осуществляются эти процессы (В. Р. Вильямс и др.).

22 Стр. 85. Этот очень важный вывод, сделанный П. А. Костычевым, указывает прежде всего на наличие в почве разнообразных микроорганизмов — как бактерий, так и грибов, которые, в зависимости от конкретных условий среды, развиваются далеко не одинаково, что в конце концов определяет различный характер разложения, причем «разные виды разложения последовательно сменяются соответственно изменению в свойствах разлагающегося вещества».

Этот вывод позволяет лучше понять происхождение и свойства перегноя почвы.

23 Стр. 91. Этот вывод оказался неверным. Впоследствии рядом исследований было установлено, что некоторые бактерии (например, Act. chromogenus, Bac. mesentericus niger, Bac. pyocyaneum) в присутствии соединений ароматического ряда дают темноокрашенные вещества. Считают, что источником темноокрашенных продуктов служат только циклические соединения.

Однако в некоторых случаях микроорганизмы сами образуют циклические соединения. В образовании черного вещества почвы микробы и среда взаимосвязаны между собою. В. Р. Вильямс же, в отличие от Костычева, считал, что при грибном разложении образуется бесцветная перегнойная кислота — креновая, а при бактериальном — темноокрашенные вещества: бурая ульминовая кислота при анаэробном и черная гуминовая при аэробном бактериальном разложении.

24 Стр. 92. Негели К. В. (1817—1891), немецкий ботаник и биолог.

25 Стр. 94. Дегерен П. П. (1830—1902), французский ботаник и агрохимик.

56 Стр. 100. Мульдер Г. И. (1802—1880), голландский химик и агрохимик.

27 Стр. 102. Гризебах Август (1814—1879), ботаник, известный своими работами по географии растений.

28 Стр. 102. Богданов М. Н. (1841—1888), известный зоолог и путешественник, профессор С.-Петербургского университета.

29 Стр. 108. Условия, при которых происходят гниение лесной подстилки и гниение органических веществ на поверхности почв открытых мест, действительно сходны; в том и другом случаях эти процессы носят резко выраженный окислительный характер. «Все различия, — отмечает Костычев, — ограничиваются только ускорением или замедлением гниения, но никак не изменением его характера» и т. д.; получаемые при гниении в лесу и на открытом месте продукты разложения в основном одни и те же — вода, углекислый газ, соли фосфорной и серной кислот, соли азотистой и азотной кислот и т. п.

Однако полного сходства вряд ли можно ожидать (например отсутствие нитрификации в хвойных лесах с моховым покровом, где неполная

минерализация сопровождается образованием перегнойных веществ типа креновой кислоты и т. д.).

[30] Стр. 108. Накопление подстилки за три года, равное 8160 кг, составит не 458, а 510 пудов.

[31] Стр. 112. Лайель Чарльз (1797—1875), знаменитый английский ученый, один из основоположников геологии.

[32] Стр. 116. Буссенго Жан-Батист (1802—1887), французский химик, один из основоположников научной агрохимии.

[33] Стр. 116. Шпренгель Карл (1787—1859), профессор химии и земледелия Геттингенского университета.

[34] Стр. 117. Изучение почв тропических областей показало, что и там происходит при некоторых условиях «колоссальное накопление органического вещества». Там часто мощность болотных почв, образовавшихся от опавших остатков папируса, превышает 10 м (Шокальская, Фагелер и др.).

Роль климата и здесь, как и везде, очень сложна и обязательно находится во взаимоотношении с почвообразующей породой (кислая или основная). Количество перегноя в почвах субтропических и тропических районов бывает значительным, хотя окраска перегнойных веществ маскируется преобладающим красным цветом минеральной массы (красноземы), с одной стороны, и преобладанием слабоокрашенных перегнойных веществ, с другой.

[35] Стр. 117. Майер А. Э. (1843—1942), немецкий агрохимик.

[36] Стр. 125. Т. е. — «с этим, следовательно, вследствие этого» (лат.).

[37] Стр. 125. Здесь П. А. Костычев совершенно правильно возражает против односторонней оценки роли климата в почвообразовании, но упускает из виду, что действие климата проявляется не только в осадках и температуре (да еще и в их среднем выражении), но и в соотношении их между собою; кроме того, влияние климата теснейшим образом связано с условиями рельефа, характером растительного покрова, физическими и химическими особенностями материнской породы, принимающей участие в образовании почвы; в конечном счете и химический состав растительного покрова получает определенное отражение влияния условий почвы и климата и т. д. (см., например: Н. И. Шарапов. Химизм растений и климат. 1948, Алма-ата, АН Казахской ССР).

Соображения П. А. Костычева, выраженные им в трех пунктах, о роли климатов в процессе почвообразования поражают нас своей диалектической основой и являются свидетельством глубокого и вдумчивого подхода к изучаемому предмету.

[38] Стр. 126. Осадки даны без снега (годовое количество дождя).

[39] Стр. 128. Известно, что влажность и температура действуют взаимно в процессе разложения органического вещества и что образование при этом CO_2 (как показателя интенсивности процесса) происходит наиболее интенсивно при средних условиях температуры и влажности, но до известного предела в одном направлении, когда нарушается или прекращается жизнедеятельность микроорганизмов.

[40] Стр. 128. Воейков А. И. (1842—1916), член-корреспондент Академии Наук, известный метеоролог и географ.

[41] Стр. 133. Как указывает А. Н. Соколовский в своих примечаниях (см.: П. А. Костычев. Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства. . ., 1937. Сельхозгиз), специальные учеты действительных потерь почвою органических веществ показали, что они близки к предположениям Костычева. Например, на Полтавском опытном поле на делянках трехполья с неудобренным зеленым паром в течение 14 лет потери перегноя по сравнению с непахотной землей составляли около 24 т с 1 га, что дает 1.8 т с 1 га в год (в слое почвы в 27 см). По сообщению Шэтта, в Канадских прериях годовая потеря перегноя в 20-сантиметровом слое составляла в среднем за 22 года около 2 т на 1 га.

[42] Стр. 135. Это рассуждение П. А. Костычева можно считать относительно верным для условий почвообразования черноземной зоны; в иных условиях, например в зоне дерново-подзолистых почв, даже на плотных тяжелосуглинистых материнских породах образования чернозема не происходит, получаются подзолистые почвы (см.: И. В. Тюрин. Значение работ П. А. Костычева для почвоведения и земледелия. Настоящий сборник).

[43] Стр. 136. При определенных условиях сухость почвы может быть следствием плотности почвы, при других — рельефа местности, но на очень незначительных расстояниях. В большинстве же случаев участие при этом факторов климата несомненно. Необходимо всегда учитывать при определении зависимости увлажнения почвы не только количество осадков, но и температуру, обусловливающую испарение; кроме стока оба эти фактора существенным образом влияют на состояние влажности почвы.

Для целей такого учета показательным является коэффициент влажности, предложенный в 1905 г. Г. Н. Высоцким (Полн. энц. русск. сельск. хоз., т. IX, стр. 400), с поправкой на сток, данной А. Н. Костяковым. Этот коэффициент выражает отношение между количеством осадков и испарением и имеет такой вид:

$$\frac{\text{мм осадков (минус сток)}}{\text{мм испарение}}.$$

Этот наиболее удачный показатель обеспеченности влагой за определенный период, очень важный элемент для характеристики климата, к сожалению, до сего времени мало используется исследователями, которые все еще дают климатические полосы, зоны, провинции и районы отдельно по осадкам и температурам, между тем как взаимосвязанность и взаимозависимость этих двух климатических факторов очевидна. Осадки же в свою очередь, следует учитывать по их сезонному распределению, по количеству эффективных дождей, которые действительно доставляют воду растению, с учетом термического режима и характера преобладающих по сезонам ветров. Подобный учет действительно полезных влияний факторов климата имеет огромное значение не только для решения теоретических вопросов, но и для повседневной практики социалистического сельского хозяйства, являясь одним из важных моментов в деле подъема общей культуры земледелия в СССР.

[44] Стр. 136. Рельеф местности оказывает влияние на создание характера микроклиматических условий, «климата почвы» через ее особенности (механический состав, цвет, структуру и пр.).

[45] Стр. 137. Иностранцев А. А. (1843—1919), профессор геологии С.-Петербургского университета.

[46] Стр. 138. См. примеч. 42.

[47] Стр. 142. Следует отметить, что и в настоящее время еще недостаточно уделяется внимания изучению причин существования преимущественно травянистой растительности в черноземных и других степях. Лишь решительное преодоление одностороннего представления о роли климата и всестороннее освещение вопроса о значении и почвы, и факторов климата, и хозяйственной деятельности человека в их взаимодействии и историческом развитии будет способствовать установлению правильного взгляда на этот вопрос.

[48] Стр. 142. Бекетов А. Н. (1825—1902), известный русский ботаник, профессор С.-Петербургского университета, почетный академик, деятель Вольного экономического общества.

[49] Стр. 143. Энглер Г. А. А. (1844—1930), известный немецкий ботаник.

[50] Стр. 150. Лооз Дж. Б. (1814—1900), основатель опытной станции в Ротамстеде; Гильберт У., английский агроном, сотрудник Лооза.

[51] Стр. 151. Краснов А. Н. (1862—1914), ботаник, географ, профессор Харьковского университета, ученик В. В. Докучаева, участник Нижегородской и Полтавской экспедиций.

[52] Стр. 151. Аггеенко В. Н. (1860—1907), ботаник, географ, участник Нижегородской экспедиции В. В. Докучаева.

[53] Стр. 155. Литвинов Д. И. (1857—1929), известный ботаник-систематик, флорист.

[54] Стр. 156. Измаильский А. А. (1851—1914), агроном-почвовед, известный исследователь влажности и водных свойств черноземных почв.

[55] Стр. 160. Турский М. К. (1840—1889), талантливый русский лесовод, профессор Петровской земледельческой и лесной академии (ныне Сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева). В Петровско-Разумовском (Москва) ему сооружен памятник, с надписью: «Славному деятелю на ниве лесной. Лесная Россия». Известный лесовод проф. Г. Ф Морозов сказал о нем: «М. К. Турский принадлежит к числу русских лесоводственных классиков. Его сочинения должны быть полностью изданы с комментариями его учеников. Его литературная деятельность должна стать одним из источников лесоводственного образования. Классики не стареют — они вечно юны» (Лесной журнал, в. 1—2, 1913).

[56] Стр. 163. Этот чрезвычайно важный вывод о полной возможности разведения леса в степях, подтвержденный современной агробиологической наукой и большим хозяйственным опытом, показывает исключительную научную прозорливость П. А. Костычева, идеи которого в наше время нашли полное осуществление, подтверждены теоретически и практически, легли в основу конкретных методов степного лесоразведения в учении акад. Т. Д. Лысенко и его последователей.

Единственное препятствие разведению леса в степях, легко преодолимое простыми агротехническими приемами, Костычев видел только в конкуренции травянистой растительности в первые годы посадок или посева лесных пород, пока они недостаточно развились и не окрепли.

Хорошее развитие лесные полосы, естественно, будут иметь тогда, когда будут правильно подобраны породы, созданы устойчивые формации, дана правильная агротехника и т. д. В этом деле огромную роль играет, как с вершенно правильно подчеркивает Костычев, активное вмешательство человека в конкуренцию травянистой и древесной растительности, легко устраняемую.

Естественно, что в тот период, когда работал Костычев, его плодотворные работы и идеи не могли получить практического осуществления и развития. Только теперь, в условиях планового ведения народного хозяйства всей нашей великой страны они нашли широкое применение в социалистическом сельском хозяйстве, ярким свидетельством чему служит историческое постановление Совета Министров Союза ССР и ЦК ВКП(б) от 20 октября 1948 года «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения правильных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах Европейской части СССР», в котором также обращено внимание на необходимость «. . . приступить к планомерному и широкому внедрению системы агрохимических мероприятий по подъему земледелия, основанной на учении виднейших русских агрономов

В. В Докучаева, П. А. Костычева и В. Р. Вильямса, получившей название травопольной системы земледелия».

[57] Стр 164. Шатилов И. Н. (1824—1889), прогрессивный землевладелец, организовавший показательное опытное хозяйство в Тульской губ. (село Моховое), на базе которого была создана впоследствии Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция (в 1896 г.), существующая и в данное время под названием «Шатиловская Государственная селекционная станция». Автор известных трудов по степному лесоразведению: «Семидесятилетний опыт искусственного лесоразведения на черноземе», СПб., 1893; «Руководство к разведению лесов на черноземе. На основании семидесятилетнего опыта в с. Моховом, Тульской губ.», 1897.

[58] Стр. 165. Кернер Антон (1831—1898), австрийский ботаник.

[59] Стр. 167. Как отмечает А. Н. Соколовский в своих примечаниях (1937), здесь Костычев ставит современный характер распределения растительности в зависимости от истории возникновения и развития ее в этих районах, от того, какими видами или растительными формациями она впервые заселялась. Согласно взглядам ряда ученых — Коржинского, Высоцкого, Пачоского и др., лес — мощная формация, прочно завоевывающая земельные территории естественным порядком и без вмешательства человека не уступающая своего места травянистой растительности. В то же время и травяная растительность, в особенности дающая дернину, злаковая, также прочно заселяет и удерживает земельные пространства. Травяной покров — главный враг степных насаждений (Высоцкий). Можно наблюдать случаи, когда и за пределами так называемой «черноземной зоны» более плодородные, обеспеченные известью, структурные почвы даже в условиях более влажного климата отдельных значительных участков заселяются травянистой растительностью, что ведет к преобладанию на них, и довольно длительному, дернового процесса (например на «владимирских черноземах»); затем не редки также случаи образования в северных областях (например Мезенский край) подзолов на известковистых породах (А. Н. Соколовский, Н. Д. Понагайбо). В тех и других случаях характер и направление образования почвы будет зависеть от характера растительности и ее состава, от первых поселенцев, захвативших данные земельные пространства.

Сюда же относится известный случай широкого распространения, например, на западе УССР (Винницкая область) так называемых «светло-серых лесных почв», без следов черноземной стадии почвообразования, т. е. как бы «первичных» подзолистых почв, хотя они, как и соседние черноземы, возникли на карбонатных породах. Очевидно, тут приоритет в захвате территории принадлежал лесу. По всей вероятности, в данном случае дело идет об относительно древних центрах распространения

лесной растительности на нашей территории, заложенных еще в довюрмское время (Е. М. Лавренко, И. Д. Кленов).

Следовательно, вместо жестких, не допускающих отклонений схем, Костычев предусматривает возможность многообразия в решении вопроса, в зависимости от истории поселения и развития растительности. Костычев указывает возможные направления процесса; реализация же этих возможностей в тех или иных конкретных случаях будет совершаться по-разному, в зависимости от конкретных условий, среди которых история развития растительности, пути ее распространения в послеледниковую эпоху, центры расселения играют не меньшую роль, чем климат и почва. Вне истории развития рассматривать вопрос невозможно: неправильно, как это делают некоторые приверженцы теории «облесенности» наших степей, сперва доказывать возможность существования лесов в нынешних степях с тем, чтобы потом превратить ее в постулат обязательного «облесения» всех степей в прошлом.

[60] Стр. 168. Грандо Л. (1834—1911), химик и агроном.

[61] Стр. 169. Бараков П. Ф. (1858—1919), профессор земледелия Ново-Александрийского (впоследствии Харьковского) сельскохозяйственного института.

[62] Стр. 176. Но при таком передвижении могут происходить изменения состава самих веществ.

[63] Стр. 179. В действительности на почвах подзолистой зоны и на подзолистых (песчаных) почвах сосновых боров черноземной зоны наблюдается в больших размерах вымывание из почвы органических веществ, окрашивающих грунтовые и речные воды в темный цвет, этот же процесс осуществляется и водами рек сухих и влажных субтропиков и влажных тропиков (Панков, Шокальская, Раманн и др.). Например, по данным О. Ашана, реки Финляндии выносят 1 000 000 т органического вещества ежегодно, выносят именно потому, что оно не закрепляется в почве как в силу особенностей последней (ненасыщенность основаниями, кислая реакция), так и в силу обусловленного ими направления превращения продуктов разложения. Подтверждением сказанному служат исследования К. К. Гедройца, А. Ф. Тюлина, Д. Л. Аскинази о растворимости гумуса в случае насыщения почвы ионом H, правда, в гораздо более слабой степени, чем для почв, насыщенных ионом Na или NH (Соколовский).

[64] Стр. 181. А. Н. Соколовский указывает, что в ряде случаев наблюдается значительная перерытость землероями почвы, чем нарушается нормальный разрез чернозема. Такие «кротовинные» черноземы отмечены рядом исследователей для Украины (Набоких, Флеров, Саваренский), для Воронежской области (Панков) и других местностей.

[65] Стр. 185. Геллригель Г. (1831—1895), немецкий агрохимик.

[66] Стр. 187. Этот вывод очень важен; он лег в последующем основанием для разработки учения о травопольной системе земледелия (В. Р. Вильямс).

[67] Стр. 191. По поводу этих выводов П. А. Костычева акад. А. Н. Соколовский указывает, что образование типичного темного гумуса из растворимых органических соединений, входящих в состав организма растений, тесно связано с явлениями окисления и реакции среды, оказывающей решающее влияние на окислительно-восстановительный потенциал (ЕН). Чем выше pH, тем в большей степени происходят процессы окисления, тем интенсивнее образование темного гумуса.

В этом отношении представляют интерес, теперь уже исторический, опыты И. Ф. Леваковского, значение которых несколько оспаривал П. А. Костычев, подкрепленные позднейшими исследованиями С. П. Кравкова.

Леваковский (см. примеч. 78 данного раздела) пришел к выводу, что наземные части растений также идут на образование перегноя, что передвижение органических веществ в почве происходит не в форме нерастворимых в воде мельчайших частиц перегноя, что сам почвенный перегной является результатом видоизменения притекающих сверху растворимых соединений.

Им было показано, что водные вытяжки из растительных остатков (солома, древесина), вначале желтоватого цвета, постояв на воздухе, дают темнобурый нерастворимый в воде осадок, похожий на перегной. Точно так же, прибавляя к вытяжкам соли Al, Fe и Cu, он получил белые студенистые осадки, которые, всплывая и приходя в соприкосновение с воздухом, становились темнобурыми. При соприкосновении с куском мела этот раствор давал на нем темнобурый «гумусовый» осадок.

Наблюдения показывают, что образующиеся вокруг стогов сена и соломы после длительных дождей или таяние снега лужи, вначале с бесцветной водой, потом буреют.

П. Р. Слезкин («Этюды о гумусе», 1900) указал также, что «гумусообразователи» проникают в почву постепенно в виде водной вытяжки из разлагающейся растительной массы, пропитывают крупинки почвы и закрепляются в них.

С. П. Кравков («Исследования в области изучения роли мертвого растительного покрова в почвообразовании», 1911) своими опытами подтвердил, что растворимые органические соединения, выщелачиваемые из растений, имеют огромное значение как источник перегноя. Оказалось также, что особенно много их получается при анаэробных условиях, что в природе имеет место во влажные периоды.

Поэтому «экстрактивные», растворимые в воде органические вещества, образуясь в периоды наибольшего увлажнения почвы (весна, осень, время

продолжительных дождей), легко промываются вниз, пропитывая по пути массы почвы, — это молекулярно-дисперсные «негуминовые» органические вещества.

Последующее высыхание, связанное с проникновением в почву кислорода, ведет к образованию темнобурого коллоидного перегноя. Например, разламывая комки средних и нижних горизонтов мощного чернозема часто можно видеть разную окраску внутри и на поверхности комка; снаружи она гораздо интенсивнее, чем внутри, — это результат окисления растворов, притекающих при высыхании изнутри к поверхности комка. Высокое pH — одна из основных причин перехода растворимых соединений в нерастворимые. Поэтому обычно наблюдается, что при продвижении в северные широты встречаются среди подзолистых достаточно перегнойные темноокрашенные северные почвы, похожие на чернозем, дерновые почвы, всегда связанные с высокой насыщенностью, с карбонатностью породы. Роль карбонатности материнской породы в создании необходимой для окисления щелочности и в наличии двухвалентного катиона кальция, необходимого для предохранения коллоидного перегноя от вымывания, очевидна. При этом, конечно, не исключается возможность передвижения коллоидного перегноя в случае нарушения его насыщенности в отношении кальция.

Непосредственные опыты С. П. Кравкова с курским черноземом показали, что, промывая в течение 47 дней навеску почвы в 2 кг вытяжкой из осиновых листьев, можно повысить содержание перегноя в ней с 6.97 до 8.08%, а серая лесная почва за этот же срок увеличила процент перегноя с 2.83 до 5.88, т. е. растворимые продукты, выщелоченные из листьев, закреплялись в почве. Очевидно, что при известных условиях и наземная часть растений служит источником перегноя в почве.

Костычев ошибался лишь в том, что он брал конечный продукт гумификации, который в силу своих коллоидных особенностей не имеет возможности свободно фильтроваться сквозь почву, передвигаться в ней; это явление возможно лишь для неколлоидных молекулярных растворов, которые сперва проникают в почву вместе с нисходящим потоком воды, а затем уже «гумифируются».

[68] Стр. 194. Представление о комплексности, о сложном составе почвенного покрова в целом, о почвенных комплексах, о которых говорит здесь П. А. Костычев, в данное время получило подтверждение и для черноземной зоны (см. работы Н. Д. Понагайбо для Драбова, Харьковской обл., М. Н. Савельева для Шатиловской опытной станции, и др.).

[69] Стр. 194. Представление об «изогумусовых линиях» в то время было следствием учения о зональности влияния факторов климата и растительности, перенесенном на почву. Местные, конкретные условия, такие, как механический и химический состав почвы и их образующих пород,

а также рельеф, вместе с экспозицией, как известно, резко меняют и характер растительности, и условия накопления в почве перегноя.

Вместо зональности, часто затушевывая ее, играет значительную роль региональное распределение почв, а в соответствующих почвенных областях и районах определенное значение приобретает комплексность почвенного покрова, где все элементы в одинаковой мере «нормальны».

[70] Стр. 198. Это смелое заключение едва ли можно считать обоснованным.

[71] Стр. 210. Как указывает А. Н. Соколовский, эти данные Костычева хорошо согласуются с позднейшими исследованиями влияния микроклиматических условий (см., например, итоги сводки метеорологических наблюдений по Белоцерковскому округу Киевщины, составленной А. К. Филипповским, — «Бюллетень Киевской опытной станции», 1925).

[72] Стр. 220. Костычев в данном случае дает характеристику пестроты почвенного покрова сухих степей, обусловленной резким проявлением солонцового процесса, с его крайне неравномерным распространением в почвенном горизонте.

[73] Стр. 223. В свое время Костычев не делал различия между солончаками и солонцами, которые, как теперь известно, считаются различными типами почв.

[74] Стр. 224. Данное общее рассуждение Костычева не является выводом, основанным на наблюдениях и эксперименте; в ряде случаев для конкретных условий оно может быть и неверным. К. К. Гедройцем было впервые показано, что при этом процессе рассоления почв, засоленных солями натрия, происходят существенные изменения свойств самой почвы, которые в конечном итоге приводят к образованию солонца, а не чернозема.

[75] Стр. 228. Т. е. материнской породы.

[76] Стр. 228. См. примеч. 20.

[77] Стр. 230. В. В. Докучаевым было положено основание к созданию «Картографии русских почв», и, как он писал: «значение почвенных карт в такой земледельческой стране, как Россия, не требует, конечно, особых доказательств. . .» (1879). Естественно, что вначале такие карты носили схематический характер. В данном случае такое критическое отношение Костычева к почвенной карте объясняется, повидимому, желанием иметь еще более точную, хотя она и в таком виде имела тогда, конечно, большое значение.

[78] Стр. 231. Леваковский И. Ф. (1828—1893), ботаник и геолог, профессор Харьковского университета, исследователь русского чернозема.

[79] Стр. 241. Вангенгейм фон-Квален Ф. Ф. (ум. в 1864 г.), русский геолог.

К работе «Образование и свойства перегноя»

[1] Стр. 251. См. прим. 23 к работе «Почвы черноземной области России».

[2] Стр. 252. Шмидт К. Г. (1822—1894), профессор химии Юрьевского университета.

[3] Стр. 252. Смирнов С. М. (ум. в 1923 г.), ботаник, работавший вместе с П. А. Костычевым.

[4] Стр. 253. См. прим. 35 к работе «Почвы черноземной области России».

[5] Стр. 257. Симановский, слушатель Лесного института, выполнивший под руководством П. А. Костычева дипломную работу на тему «О химических изменениях азотистых веществ лесной подстилки».

[6] Стр. 266. Бертело Марселен (1827—1907), известный французский химик.

[7] Стр. 268. Т. е. органические вещества почвы образовались из растительных остатков.

[8] Стр. 269. По современным данным, в 1 г почвы содержится несколько миллиардов бактерий (от 1 до 5 и даже более) (см.: И. В. Тюрин. Участие живого вещества в органической части почвы. Почвоведение, № 1, 1946).

[9] Стр. 271. Содержание живого вещества микроорганизмов в почвенном гумусе равно в среднем около 0.3—4.0 т и не превышает 1.0 т сухого вещества на 1 гектар, что составляет не более 2—2.5% от гумуса в самых бедных гумусом почвах при максимальном содержании бактерий (до 5 млрд на 1 г почвы) и обычно меньше 1—0.5% к гумусу в почвах со средним и высоким содержанием гумуса.

Наблюдение Костычева, что процентное содержание азота в разложившихся растительных остатках (в гумусе почвы) значительно выше, чем в свежих, привело его к выводу, что разложение белков растительной массы в почве одновременно сопровождается синтезом белковых веществ бактериями и грибами.

[10] Стр. 271. См. примеч. 39, 41 и 42 к работе «Почвы черноземной области России».

[11] Стр. 279. Крутицкий П. Я., ботаник, физико-химик.

[12] Стр. 281. Коржинский С. И. (1861—1900), ботаник, профессор Томского университета, впоследствии академик.

[13] Стр. 285. Воронин М. С. (1838—1900), крупный русский ботаник, миколог морфологического направления.

[14] и [15] Стр. 291. Здесь П. А. Костычевым допущена ошибка в пересчете: надо, соответственно, 0.6% и 0.9%.

[16] Стр. 291. См. гл. VIII работы «Почвы черноземной области России», где даны выводы из работ английской комиссии.

К работе «Связь между почвами и некоторыми растительными формациями»

[1] Стр. 300. Ашерсон С., немецкий ботаник-флорист, работавший во второй половине прошлого столетия.

[2] Стр. 302. Цингер В. Я. (1836—1907), математик и ботаник, профессор Московского университета.

[3] Стр. 302. «Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства».

[4] Стр. 306. Ныне г. Горький.

[5] Стр. 312. Грей Аза (1810—1888), известный американский ботаник, современник Дарвина.

[6] Стр. 312. Гукер Дж. Д. (1817—1911), крупный английский ботаник, современник Дарвина.

[7] Стр. 330. Рынь-пески — это Нарынские пески Прикаспийской низменности.

[8] Стр. 333. Чаславский В. И. (1834—1878), статистик, автор почвенной карты России.

[9] Стр. 333. Гоби X. (1847—1919), ботаник, профессор С.-Петербургского университета.

[10] Стр. 334. Литвинов Д. И. (1857—1929), известный ботаник-систематик, флорист.

[11] Стр. 334. См. примеч. 56 к работе «Почвы черноземной области России».

[12] Стр. 335. См. в настоящем сборнике.

[13] Стр. 336. Этот вывод, в отличие от предыдущего, нельзя считать достаточно обоснованным. См. также примеч. 56 к работе «Почвы черноземной области России».

К работе «О некоторых свойствах и составе перегноя

[1] Стр. 346. См. работу «Образование и свойства перегноя».

[2] Стр. 352. Эта очень ценная мысль впоследствии получила развитие в работах акад. В. Р. Вильямса.

[3] Стр. 353. См. «Список трудов П. А. Костычева» в настоящем сборнике: «На каких почвах фосфоритная мука увеличивает урожаи. Исследование подзола и причины улучшения его фосфорной мукой. (Посвящается Алекс. Никол. Энгельгардту)».

[4] Стр. 353. См. «Список трудов П. А. Костычева» в настоящем сборнике: «Новейшие исследования об органических веществах почвы. (По поводу работы Эггерца)».

[5] Стр. 359. В предыдущей статье «Связь между почвами и некоторыми растительными формациями» и в данной статье (гл. II) П. А. Костычев допускал определенное участие бактерий в процессе образования перегноя.

[6] Стр. 361. Здесь может иметь место и автолиз самого гриба, при котором другие микроорганизмы еще не участвуют.

[7] Стр. 362. См. следующую статью настоящего сборника.

К работе «Состав органических веществ почвы (перегноя) в связи с вопросом о полезности микориц»

[1] Стр. 365. Данная работа П. А. Костычева представляет выписку из протокола заседания С.-Петербургского общества естествоиспытателей, № 6, начинающуюся словами «П. А. Костычев сделал сообщение: „Состав органических веществ почвы (перегноя) в связи с вопросом о полезности микориц", сущность которого состоит в следующем». Далее идет изложение содержания сообщения. Выписка заканчивается следующими словами: «На это сообщение было сделано несколько замечаний со стороны И. П. Бородина, А. Н. Бекетова и Ф. Ф. Селиванова».

К работе «Естественно-историческая классификация почв и географическое распространение различных типов. Происхождение главнейших типов и характеристика их в физическом, химическом и биологическом отношениях»

[1] Стр. 369. Данная работа П. А. Костычева представляет собою статью в сборнике «Сельское и лесное хозяйство России», предназначенном на Всемирную Колумбову выставку 1893 г. в Чикаго.

В этой статье П. А. Костычев подвел итоги своим многолетним исследованиям почв и дал свои обобщенные выводы по этому вопросу, что очень наглядно и отражено в самом названии, свидетельствующем о разностороннем подходе к изучаемому предмету и большой эрудиции автора.

Этой статьей заканчивается первый раздел настоящего сборника избранных трудов П. А. Костычева, относящихся к области почвоведения.

Раздел второй

Следующий раздел содержит работы П. А. Костычева в области земледелия, которые представляют собой великолепный образец приложения теории почвоведения к сельскохозяйственной практике, осно-

ванной на строго научном знании дела, на систематическом и внимательном изучении почв.

Из многочисленных работ П. А. Костычева нами взяты только три, как наиболее характерные, которые представляют исключительный интерес и для наших дней в деле борьбы с засухами, в деле осуществления великого Сталинского плана преобразования природы степных и лесостепных областей.

К работе «Очерки залежного степного хозяйства»

[1] Стр. 409. В «Очерках залежного степного хозяйства» П. А. Костычев предстает перед нами как разносторонний и вдумчивый наблюдатель над близкой его интересам жизнью нашей черноземной степи и связанной с нею хозяйственной деятельностью земледельца. Эти очерки дали научное агрономическое обоснование ведению залежной системы хозяйства; в них был намечен переход к травопольным севооборотам; ими была выяснена решающая роль структуры и установлены задачи обработки черноземных почв, преследующие возможность наиболее полного обеспечения растений влагой. Эти очерки в дальнейшем послужили основанием для развития учения о способах восстановления плодородия черноземных почв и их правильной обработки (см.: И. В. Тюрин. Значение работ П. А. Костычева для почвоведения и земледелия. Настоящий сборник).

[2] Стр. 424. Под «строением» почвы П. А. Костычев подразумевал то, что теперь называется «структурой» или «структурностью». Термином «строение» в настоящее время обозначают разделение почвенного профиля на горизонты.

[3] Стр. 427. Приводимая П. А. Костычевым точка зрения крестьян о том, что трава эспарцета и донника «для корма ничего не стоит», не правильна. Переросшая трава из этих растений очень груба и тяжела для косьбы, и в таком виде она действительно представляет мало интереса для крестьянина. На самом же деле эспарцет и донник являются хорошими кормовыми травами, уборку которых на сено следует проводить в начале бутонизации — цветения.

[4] Стр. 441. Это очень интересное наблюдение П. А. Костычева, вносящее существенную поправку в обычное представление о ходе процесса превращения залогов (или перелогов) в степи.

[5] Стр. 450. Необходимо отметить, что костер безостый начинает привлекать внимание в данное время как компонент травосмесей травопольных севооборотов в черноземных областях. Следует указать также, что в другой работе — «Переложное хозяйство с краткосрочными залежами» (Сельск. хоз. и лесовод., 1889, июль, стр. 337—352) — П. А. Костычев

рекомендует для указанной цели и другой злак — овсяницу высокую (Festuca elatior), которая вследствие отсутствия корневищ еще более подходит для травосмесей, чем костер безостый.

К работе «О борьбе с засухами в черноземной области посредством обработки полей и накопления на них снега».

[1] Стр. 454. Своевременное издание публичных учений П. А. Костычева по данному вопросу является следствием его горячего патриотизма, его желания, в связи с неурожайными годами на юго-востоке России, принести родине посильную помощь в устранении так часто повторяющегося народного бедствия. Тяжелыми неурожайными годами были 1890 и особенно 1891. Под влиянием грозных последствий засухи целый ряд прогрессивных ученых, писателей, общественных деятелей выступили в печати со своими трудами, советами и пожеланиями, такие, как В. В. Докучаев, К. А. Тимирязев, Л. Н. Толстой, В. Г. Короленко и др. К. А. Тимирязев в своей публичной лекции, читанной в Москве 26 марта 1892 г. на тему «Борьба растений с засухой», указывал, что «уже скоро год, что мысли русского человека невольно снова и снова возвращаются к тому же предмету — к страшному бедствию, лишившему часть населения насущного хлаба и отразившемуся вширь и вдаль на всех почти сторонах народной жизни. Естественно, что и мысль натуралиста обращается к тому явлению, которое было ближайшей физической причиной этого бедствия».

[2] Стр. 456. По современным данным годовое количество осадков равно: для Ленинграда — 522 мм, для Воронежа — 487 мм. Однако испаряемость за год для Ленинграда равна 530 мм, а для Воронежа — 626 мм (см.: Селянинов Г. Т. Агроклиматическое районирование СССР. 1940, СОПС—ВИР; Иванов Н. Н. Ландшафтно-климатические зоны земного шара. Зап. Географ. общ., т. I, нов. сер., АН СССР, 1948; Естественноисторическое районирование СССР, 1947, АН СССР, СОПС).

[3] Стр. 460. Здесь П. А. Костычев прав в том отношении, что обеспеченность растений полезной влагой «зависит не от одного климата», а в очень значительной степени от почвы, ее состояния плотности или рыхлости в течение года и по сезонам, от степени покрытости ее растительностью — степной или лесной, и т. д., факторов, позволяющих более рационально использовать осадки, вполне достаточные для земледельческих культур в тех районах, на которые делаются ссылки. Особенностью открытых степных пространств является то, что на почвах, плохо обрабатываемых, даже обильные осадки, в виде сильных дождей и ливней, не принимаются плотной почвой, а бесполезно утрачиваются путем сильного испарения или стока.

[4] Стр. 471. Увеличение влажности верхнего слоя почвы зимой происходит также и за счет конденсации водяных паров, передвигающихся сюда из нижних более теплых слоев почвы.

[5] Стр. 474. Углекислым кальцием.

[6] Стр. 477. В данное время робкие рекомендации П. А. Костычева посадок живых изгородей из кустарников, так и не претворенные в жизнь в условиях буржуазного строя, получили широчайшее осуществление в грандиозном Сталинском плане преобразования природы в виде создания полезащитных лесных полос из древесных лесных пород на площади в несколько миллионов гектаров, которые во взрослом состоянии будут иметь значительно большую высоту, чем кустарники, а значит — и эффективней способствовать снегозадержанию и накоплению влаги в почве.

[7] Стр. 485. Новейшие исследования показали, что гораздо лучше поваренной действуют другие соли, содержащиеся в черноземе в незначительном количестве, именно соли кальция, например $Ca(HCO_3)_2$, $CaSO_2$, $2H_2O$ и др.

[8] Стр. 490. Такое действие оказывают только соли кальция, которые характерны для черноземов, так как они возникают обычно на карбонатной основе (см. примеч. 4 к работе «Почвы черноземной области России»); наоборот, соли натрия дают непрочные, легко расплывающиеся комки.

[9] Стр. 498. В данное время по всему СССР решением февральского Пленума ЦК ВКП(б) от 28 февраля 1947 г. (раздел IV, п. 5) принято повсеместное соблюдение глубины пахоты на 20—22 см, а где почвенный слой не велик, — на всю его глубину, с постепенным углублением пахотного слоя. С 1949 г. повсеместно пахота производится плугами с предплужниками, с широким применением перед пахотой лущения полей дисковыми и лемешными лущильниками. Таким образом, в условиях планового ведения социалистического сельского хозяйства передовая агротехника стала обязательным повсеместным и массовым мероприятием, о чем П. А. Костычеву в его время приходилось только мечтать.

[10] Стр. 499. Теперь этот прием называют «закрытием влаги».

[11] Стр. 522. Прием «закрытия влаги».

О причинах особенно сильного действия засух на черноземе

[1] Стр. 533. Эта работа П. А. Костычева представляет письменный его доклад, прочитанный на общем собрании членов Вольного экономического общества 25 февраля 1893 г. секретарем Общества. Сам автор доклада не мог присутствовать на собрании по болезни. Доклад вызвал оживленный обмен мнений, в котором приняли участие проф. А. М. Бекетов, В. Г. Котельников, Ф. Ф. Селиванов, А. К. Краузе и др., и было решено послать П. А. Костычеву «благодарность за присланный им интересный доклад».

СПИСОК РАБОТ П. А. КОСТЫЧЕВА

1868 г.

1. Исследования Гельригеля над произрастанием хлебных растений. Землед. газ., № 24.

1869 г.

2. Откуда растения берут воду? Сельск. хоз. и лесовод., СПб.

3. Трехпольное хозяйство, плодосмен и искусственные удобрения. Землед. газ., № 33 и 34.

4. Выводы г. Менделеева «О значении находящихся в почве питательных веществ». Землед. газ., № 51.

5. Заметка по поводу статьи г. Тимашева о зерноуборниках. Землед. газ., № 34.

6. Рецензия на книгу г. Советова «О разведении кормовых трав на полях». Землед. газ., № 32.

7. Современное состояние учения о статистике земледелия. Сельск. хоз. и лесовод., № 101.

1870 г.

8. Физиологические процессы при развитии и созревании хлебов. Землед. газ., № 10, 11.

9. О созревании хлебов и о лучшем времени уборки их. Извлечение из сочинения A. Nowacki «Untersuchungen über das Reifen das Getreides». СПб.

1872 г.

10. Новый метод оценки почв. Сельск. хоз. и лесовод., апрель, стр. 473—496; май, стр. 43—56.

11. О жизни и возделывании красного клевера. Сельск. хоз. и лесовод., июнь, стр. 215—233; август, стр. 417—441.

1873 г.

12. Суррогат вспомогательной для сельских хозяев книжки. Землед. газ., № 49, стр. 777—779. (Возражение на статью в «Землед. газ.», № 46, стр. 731).

1874 г.

13. Календарь русского сельского хозяина на 1874 г. СПб., А. Ф. Девриен, 219 стр., с табл. и 2 л. карт. (Авторство П. А. Костычева установлено по статье его, напечатанной в «Землед. газ.» за 1873 г., № 49).

1876 г.

14. Выбрасывание свекловицей стеблей в первый год. Землед. газ., № 51, стр. 802—806.

15. Заметка в «Землед. газ.», № 21, стр. 330—331. (Полемика по поводу факта превращения свободного азота в аммиак при посредстве перегнойных веществ).

16. Краткий очерк химических свойств перегноя и их сельскохозяйственное значение. Сельск. хоз. и лесовод., январь, стр. 21—50.

1877 г.

17. Влияние качества семян на урожай. Сельск. хоз. и лесовод., март, стр. 199—218.

18. Влияние растительного покрова на физические свойства и плодородие почвы. Сельск. хоз. и лесовод., ноябрь, стр. 233—255.

19. Возделывание картофеля. Сельск. хоз. и лесовод., январь, стр. 83—96; февраль, стр. 173—194.

1878 г.

20. Обмен аммиака между морем, атмосферой и почвою. (По поводу исследований Шлезинга). Сельск. хоз. и лесовод., апрель, стр. 375—394.

1879 г.

21. О сельскохозяйственной химической станции при Лесном институте. Землед. газ., № 32, стр. 506—508.

22. Tentredo (Alhalia) spinarum — насекомое, уничтожавшее в настоящее лето рапцу, и средства против него. Землед. газ., № 33 стр. 525—527.

1880 г.

23. Анализ черноземных почв. Сельск. хоз. и лесовод., ноябрь, стр. 279—284. В статье: С. Балков. Попытка определить обстоятельства влияния на содержание перегноя в черноземных почвах.

24. О соединениях фосфорной кислоты, в виде которых она сохраняется в почве. Речи и протоколы VI съезда русских естествоиспытателей и врачей в СПб., СПб., отд. 1, стр. 278, Журн. Русск. физико-химич. общ., т. XII, отд. 2, вып. 1—2, стр. 18.

1881 г.

25. Дополнительные анализы образцов чернозема, исследованных проф. К. Шмидтом. В книге: «Физико-химические исследования почвы и подпочвы черноземной полосы Европейской России». СПб., вып. 2, стр. 3—8.

26. Из степной полосы Воронежской и Харьковской губ. (Наблюдения и исследования над почвой и растениями). Сельск. хоз. и лесовод., июль, стр. 251—270; август, стр. 301—317.

27. Исследование пяти образцов черноземных почв для проверки теории Грандо. В книге: «Физико-химические исследования почвы и подпочвы черноземной полосы Европейской России». СПб., вып. 2, стр. 9—27.

28. Нерастворимые фосфорнокислые соединения почв. СПб., А. Ф. Девриен, стр. 74.

29. Об остатках кожевенного производства как удобрении. Землед. газ., № 34, стр. 608. (Ответ на вопрос).

30. Об удобрительном действии разных остатков от свеклосахарного производства. Землед. газ., № 34, стр. 608. (Ответ на вопрос).

31. Посев полевых растений и употребляемые при нем машины и орудия. СПб., А. Ф. Девриен, 156 стр., с иллюстр. («Сельскохозяйственная библиотека», 2-я серия, т. I). Совместно с В. Черняевым.

32. Чем разнится почва степных полей от почвы пашен и залогов. Землед. газ., № 35, стр. 620—623. (Эта статья — отрывок из очень интересных статей П. Костычева, печатавшихся в журнале «Сельское хозяйство и лесоводство» за июль и август месяцы под заглавием «Из степной полосы Воронежской и Харьковской губ. I. Очерки залежного степного хозяйства»).

1882 г.

33. Вопрос о фосфорной кислоте на Международном конгрессе в Париже в 1881 г. Сельск. хоз. и лесовод., июль, стр. 257—275.

34. Кормовое достоинство семян лебеды. Землед. газ., № 49, стр. 910.

35. Происхождение солонцов и превращение их в удобные для культуры места. Землед. газ., № 42, стр. 777—778.

1883 г.

36. Значение химического анализа почв при определении необходимости удобрения их. Землед. газ., № 44, стр. 870—872 и отд. изд., СПб., 8 стр.

37. Кормовое достоинство семян Polygonum comvolvulus (гречиха-вьюнок, дикая гречишка). Землед. газ., № 5, стр. 87.

38. Состав различных рыбных продуктов и несколько слов об их пищевом значении. Сельск. хоз. и лесовод., № 10, стр. 47—58.

39. Фосфорнокислые удобрения. Сельск. хоз. и лесовод., ноябрь, стр., 113—126; декабрь, стр. 205—220; 1884, январь, стр. 63—76; февраль, стр. 101—118.

1884 г.

40. К вопросу о происхождении чернозема. Сельск. хоз. и лесовод., декабрь, стр. 259—282.

41. Как употреблять в дело толченые и нетолченые кости. Землед. газ., № 19, стр. 411. (Ответ на вопрос).

42. О происхождении чернозема. (Доклад Н. П. Заломанова, читанный в 1 отд. Вольного экономического общества 10 XI 1883). Тр. Вольн. экономич. общ., т. I, вып. 2, стр. 276—309. Выступление П. А. Костычева, стр. 297—302.

43. Об условиях образования черноземных почв. Тр. Вольн. экономич. общ., т. III, вып. 2, стр. 129—155. (Доклад П. А. Костычева в Вольном экономическом обществе и прения, вызванные этим докладом).

44. По вопросу о происхождении чернозема. Сельск. хоз. и лесовод., декабрь, стр. 259—282. (Рецензия на книгу: В. В. Докучаев. Русский чернозем. Отчет Вольн. экономич. общ. С почвенн. картою и 12 рис. в тексте, СПб., 1883).

45. Пастбища и покосы государственных конских заводов. Коннозаводство, № 1, стр. 1—15.

46. Учение об удобрении почв. Состав, свойства и употребление главнейших удобрительных веществ. Средства для определения истощения почвы. Руководство для практических хозяев. СПб., А. Ф. Девриен, 235 стр.

47. Общедоспупное руководство к земледелию. СПб., стр. 220.

1885 г.

48. О голубином помете. Землед. газ., № 11, стр. 228. (Ответ на вопрос).

49. Об отыскании воды. Землед. газ., № 10, стр. 205. (Ответ на вопрос).

50. Учение о механической обработке почв. Руководство для практических хозяев. СПб., А. Ф. Девриен, 172 стр.

1885—1886 гг.

51. Лекции почвоведения. Отд. I, типолитограф. Яздовского, 182 стр.; отд. II, 122 стр.; отд. III, типолитограф. Морозова, 108 стр.

1886 г.

52. Возделывание важнейших кормовых трав и сохранение их урожаев (силосование и приготовление сена). СПб., А. Ф. Девриен, 76 стр.

53. Еще болезнь подсолнечника. Землед. газ., № 39, стр. 815—817.

54. Заметка по возделыванию проса. Землед. газ., № 41, стр. 860—861.

55. К предыдущей статье. Землед. газ., № 46, стр. 959. (К «Заметке по возделыванию проса»).

56. Из путевых заметок. К вопросу об обработке и удобрении черноземных почв. Сельск. хоз. и лесовод., август, стр. 293—315; сентябрь, 1—32.

57. Из путевых заметок. Сенокосы и пастбища в разных местностях России. Сельск. хоз. и лесовод., октябрь, стр. 113—135; ноябрь, стр. 171—197; декабрь, стр. 227—243.

58. О количестве навоза, вывозимого на десятину, и об употреблении на удобрение порошка костяного угля с сахарного завода. Землед. газ., № 16, стр. 327.

59. О подготовке семян лебеды (Chenopodium album) в корм скоту. Землед. газ., № 40, стр. 837—838.

60. О приготовлении компоста из остатков от убоя скота. Землед. газ., № 42, стр. 882. (Ответ на вопрос).

61. По вопросу об удобрении и обработке черноземных почв. Сельск. хоз. и лесовод., январь, стр. 63—82; март, стр. 217—231.

62. По определению горной породы. Землед. газ., № 48, стр. 1101. (Ответ на вопрос).

63. Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства. Ч. I. Образование чернозема. СПб., А. Ф. Девриен, 230 стр.

64. Что такое подзолистая почва. Землед. газ., № 42, стр. 883. (Ответ на вопрос).

1886—87 гг.

65. Почвоведение. Лекции 3-го курса. (Лесной институт). Стр. 1—704. На правах рукописи. (Литогр.).

66. Мнение члена Ученого комитета Мин. гос. имуществ П. А. Костычева об организации почвенных исследований в России. Протоколы заседаний 13 XI 1886 г., 5 II и 26 VI 1887 г. Присутствия Геологич. комитета по обсуждению вопроса об организации почвенных исследований в России, стр. 41—53. (Прилож. к т. VI «Изв. Геолог. комитета»).

1887 г.

67. По поводу статьи «К вопросу о зеленом удобрении», в № 47 «Землед. газ.». Землед. газ., № 49, стр. 954—955.

68. Алешковские пески. Ежегодн. Лесн. инст., т. 2, стр. 185—228.

69. Из путевых заметок. Об улучшении лугов и об уходе за ними. Сельск. хоз. и лесовод., январь, стр. 1—19.

70. К вопросу об обработке черноземных почв. Сельск. хоз. и лесовод., сентябрь, стр. 1—28; 1891, ноябрь, стр. 295—307.

71. О прививках антракса в больших размерах. Исследование проф. Ценковского относительно предохранительных прививок сибирской язвы овцам. Сельск. хоз. и лесовод., февраль, стр. 143—152.

72. По поводу некоторых метеорологических наблюдений, производимых хозяевами в Южной России. Сельск. хоз. и лесовод., май, стр. 23—33.

73. К вопросу об удобрении и обработке черноземных почв. Сельск. хоз. и лесовод., октябрь, стр. 1—28; 1888, июнь, стр. 95—112; 1889, август, стр. 437—453; сентябрь, стр. 1—20; 1890, ноябрь, стр. 225—242. (В августовском номере 1889 г. статья носит подзаголовок: «Разные виды сидерального удобрения и их значение»; в сентябрьском номере 1889 г.: «Черный пар и его значение»).

1888 г.

74. К вопросу о степном лесоразведении. Из отчета Лесного департамента. Лесн. журн., № 2, стр. 216—236; № 6, стр. 892—897. (Несколько слов по поводу «Заметки» Тихонова, которую см. там же, № 3, стр. 444—450).

75. К вопросу об употреблении разных сортов фосфоритной муки. Землед. газ., № 13, стр. 258—259.

76. К предыдущей статье. (По поводу статьи А. Мертваго «Запахивать ли зеленое удобрение мелко или поглубже» в «Землед. газ.», № 14, 280—281). Землед. газ., № 14, стр. 281—282.

77. Об удобрении фосфоритной мукой серых земель. (По поводу сообщения г. Тархова в № 43 «Землед. газ.»). Землед. газ., № 46, стр. 897—898. (По поводу статьи П. А. Костычева см.: Казачинский Е. О связи между лесами и серыми почвами. Землед. газ., 1889, № 1, стр. 6—7).

78. Запахивание клевера при зеленом удобрении. (Заметка по поводу статьи Филипченко). Землед. газ., № 11, стр. 293—315; сентябрь, стр. 1—32.

79. На каких почвах фосфоритная мука увеличивает урожай. Исследование подзола и причин улучшения его фосфорной мукой. (Посвящается Алекс. Никол. Энгельгардту). Сельск. хоз. и лесовод., апрель, стр. 351—370; май, стр. 1—11.

80. По поводу отзыва г. Филипченко о черном паре. Землед. газ., № 17, стр. 345—346.

1889 г.

81. Из путевых заметок. Переложные хозяйства с краткосрочными залежами. Сельск. хоз. и лесовод., июль, стр. 337—352.

82. Исследования о питании злаков и бобовых азотом проф. Гелльригеля и Вильфарта. Сельск. хоз. и лесовод., № 2, стр. 157—185.

83. Новейшие исследования об органических веществах почвы. (По поводу работы Эггерта). Сельск. хоз. и лесовод., октябрь, стр. 179—203.

84. Об удобрении и обработке черноземных почв. Сельск. хоз. и лесовод., август, стр. 437—453; сентябрь, стр. 1—20.

85. Образование и свойства перегноя. (Статья первая). Тр. СПб. общ. естествоиспыт., т. XX, отд. ботаники, стр. 123—168.

86. Об изменении составных частей почв, содержащих фосфор. Тр. VIII съезда естествоиспыт. и врачей, отд. IX, стр. 1890.

1890 г.

87. Связь между почвами и некоторыми растительными формациями. Тр. VIII съезда естествоиспыт. и врачей в 1889 г., секция ботаники, доложено 3 января 1890 г., стр. 37—60 (отд. V).

88. Заметки относительно зеленого удобрения. Сельск. хоз. и лесовод., декабрь, стр. 331—340.

89. О некоторых свойствах и составе перегноя. Сельск. хоз. и лесовод., октябрь, стр. 115—134.

90. Состав органических веществ почвы (перегноя) в связи с вопросом о полезности микориц. Тр. СПб. общ. естествоиспыт., т. XXI, отд. ботаники, стр. 6—9.

1891 г.

91. О вредности выворачивания подземного слоя. Землед. газ., № 7, стр. 143. (Ответ на вопрос).

92. Об обводнении южной степной полосы России. По поводу доклада М. Н. Герсеванова, замечания М. В. Аничкова, И. И. Филипченко, П. А. Костычева, С. Г. Войслава, М. И. Алтухова, В. А. Чебышева. Зап. Русск. технич. общ., вып. 2, стр. 56—59.

1892 г.

93. Обработка и удобрение чернозема. СПб.

93а. По поводу неурожая в 1891 г. Землед. газ., № 44, стр. 866—869 № 45, стр. 885—887; № 46, стр. 907—909.

94. Исследование почв из виноградников Крыма и Кавказа. Вестн. виноделия, № 1, стр. 15—27; № 2, стр. 76—86; 1893, № 12, стр. 707—711.

1893 г.

95. О борьбе с засухами в черноземной области посредством обработки полей и накопления на них снега. СПб., А. Ф. Девриен, 83 стр. (Публичные чтения в Сельскохозяйственном музее).

96. О причинах особенно сильного действия засух на чернозем. Тр. Вольн. экономич. общ., т. II, вып. 4. стр. 1—16.

97. Отзыв о сочинении г. Пономарева «Исторический обзор правительственных мероприятий к развитию сельского хозяйства в России от начала государства до настоящего времени» (СПб., 1888), представленном для соискания премии Д. Л. Толстого в 1889 г., СПб.

98. Естественно-историческая классификация почв и географическое распространение различных типов. Происхождение главнейших типов и характеристика их в физическом, химическом и биологическом отношениях. Залежи фосфоритов. В книге: «Сельское и лесное хозяйство России». СПб., стр. 21—50, 1 л. карт. Всемирная Колумбова 1893 года выставка в Чикаго.

1894 г.

99. Заметка относительно употребления глауконитовых песков. Хозяин, № 19, стр. 374—375.

100. Состав Днепровских песков. Вестн. виноделия, № 1, стр. 13—18.

101. Общедоступное руководство к земледелию. СПб., изд. 2-е, 226 стр.

1895 г.

102. Полеводство и луговодство. В книге: «Вся Россия». Торгово-промышлен. адрес-календарь Российской империи. СПб., сельскохозяйств. отдел., стр. 69—78.

103. Сенокосные угодья и пастбища. Там же, стр. 79—84.

104. Удобрение почв (редактировано проф. П. А. Костычевым). Там же, стр. 84—102.

Посмертные издания

1. Почва, ее обработка и удобрение. Практическое руководство. Посмертное изд. с предисл. Д. Н. Прянишникова. СПб., 316 стр., 1898; изд. 2-е, М., 1905; 3-ье, М., 1908; 4-е, М., 1912.

2. Соображения относительно способов удобрения крымских виноградных почв. Одесса. Изд. редакции журн. «Вестн. виноделия», 15 стр. Извл. из № 2 «Вестн. виноделия», 1892, 1898.

3. Постоянство хлебных урожаев и чем оно достигается. М., 1898. (Совместно с К. Дмитриевым).

4. О борьбе с засухами в черноземной области посредством обработки полей и накопления на них снега. Изд. 2-е, 1899; 3-ье, 1905; 4-е, 1907; 5-е, 1911; 6-е, 1912.

5. Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства. Изд. 2-е, 1937, М.—Л., Сельхозгиз; 3-ье, 1949, М.—Л., Сельхозгиз.

6. Возделывание важнейших кормовых трав и сохранение их урожаев (силосование и приготовление сена). Изд. 2-е, СПб., 1895, 276 стр., 8 л. иллюстр.; 3-ье, 1912, 259 стр., М.

7. Общедоступное руководство к земледелию. Изд. 3-ье, М., 1901; 4-е, 1905; 5-е, 1909; 6-е, 1911; 9-е, 1922.

8. Земледелие. 7 бесед, изд. 1—5, М., 1908—1915.

9. Деревенское хозяйство и деревенская жизнь. Под ред. И. Горбунова-Посадова, кн. 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27.

10. Беседа 1. О жизни растений, о том, в чем растения нуждаются при жизни и что с ними делается после их смерти. С предисловием П. А. Костычева ко всем его беседам и вступлением о том, чем занимается наука о земледелии. Изд. 5-е, М., 1915, 62 стр.

11. Беседа 2. Что есть в земле и какие бывают земли (о свойствах и распознавании почв). Изд. 4-е, М., 1914, 32 стр.

12. Беседа 3. О правильной обработке земли плугом, сохой, косулей, скоропашками, бороною и катком. Изд. 5-е, М., 1915, 48 стр., с иллюстр.

13. Беседа 4. Обработка земли для посева хлебов и других растений. Изд. 5-е, М., 1914, 48 стр.

14. Беседа 5. Об удобрении земли навозом. Изд. 5-е, М., 1915, 48 стр.

15. Беседа 6. Чем и как можно удобрять землю, кроме навоза. Изд. 4-е, М., 1914, 33 стр.

16. Беседа 7. О разведении хлебов и других с.-х. растений. 1903; изд. 4-е, М., 1914, 48 стр.

17. О правильной обработке земли. На чувашском языке. Перев. В. И. Сереиепле еслесен аван пуласси, синт. ен. Изд. Симбирского уездного земства. Симбирск, 1908.

18. Почвоведение. Сельхозгиз, 1940.

Переводы

1. Натузиус Г. Лекции о скотоводстве и познании пород, ч. I (общая). Перев. с нем. П. Костычев. СПб., 1872, 183 стр.

2. Розенберг-Липинский А. Практическое земледелие. Перев. с нем. П. Костычев с изм. и доп. в применении к России. Изд. 1-е, СПб., А. Ф. Девриен, 1873; 2-е, 1876, 414 стр.; 3-ье, 1884, 429 стр.; 4-е, 1888; 5-е, 1893.

3. Лангенталь Х. Э. Руководство к познанию и возделыванию с.-х. растений. Перев. с 5-го нем. изд. под ред. П. Костычева. Т. I. Злаки и колосовые хлеба, их виды, формы, произрастание, возделывание и употребление. СПб., 1876, 184 стр., с иллюстр.; т. II. Бобовые или мотыльковые растения, их виды, формы, произрастание, возделывание и употребление. СПб., 1887, 154 стр., с иллюстр.

4. Петерсен К. Практическое руководство к ведению молочного хозяйства. Перев. с 2-го нем. изд. П. Костычев. СПб., А. Ф. Девриен, 1879, 202 стр., с иллюстр. («Сельскохозяйственная библиотека», 4-я серия, т. I).

5. Практическое руководство к разведению мериносовых овец (по Мичке-Колланда). Перев.-извлеч., Сельск. хоз. и лесовод., 1884, январь, стр. 37—53; апрель, стр. 237—270; май, стр. 61—89; июнь, стр. 145—159; сентябрь, стр. 43—64; октябрь, стр. 89—108; ноябрь, стр. 237—258.

6. Цопф В. Дробянки-бактерии. Обработал согласно современному состоянию науки д-р В. Цопф. Перев. с нем. с согласия автора и значит. доп. Хр. Гоби и П. Костычев. СПб., Риккер и А. Ф. Девриен, 1884, 212 стр., с иллюстр.

7. Новацкий П. Руководство к возделыванию важнейших хлебных злаков. Перев. с нем. П. Костычев, с измен. и доп. СПб., А. Ф. Девриен, 1889, 235 стр., с иллюстр.

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

Аггеенко В. Н. 151
Ашерсон С. 300, 318

Бараков П. Ф. 169, 509
Баталин 476, 591
Бекетов А. Н. 142, 315, 325
Беллен 34, 50, 52, 94, 98
Бертело М. 265
Блазиус 325
Блитт 153
Богданов М. Н. 102, 103
Брендель 315
Буссенго Жан-Батист 116, 117
Бычихин А. А. 595, 609, 616

Вангенгейм фон-Квален Ф. Ф. 141, 242, 244
Вернадский В. И. 551
Веселовский 121
Вильгельм 328
Вильд 121
Вильямс В. Р. 554, 576, 577, 581, 588, 596, 597, 610, 613
Власенко 601
Воейков А. Н. 121, 128, 157, 158, 165, 326
Вольни Э. 25—29, 93, 104, 120, 121, 289, 318, 328
Вольф 252
Воронин М. С. 285
Высоцкий Г. Н. 563

Гайон 94
Гедройц 575
Гейден 190
Гейнрих 135
Гелльригель 185
Генко 304
Геннеберг 175
Гильберт У. 150
Гильтон 324
Глумилин 601
Гоби Х. 333, 618
Гордягин 323
Горшенин 567
Гоппе-Зейлер Э. Ф. 21
Горбунов Н. П. 599
Грандо Л. 168, 603, 619, 629
Грей Аза 312
Гризебах А. 102, 142, 144, 157, 315, 316, 324, 325
Гукер Дж. Д. 312
Гуссаковский 602

Дарвин 98, 100, 246, 429
Дегерен 77, 94, 187, 188, 189, 352
Делесс 176
Де-Кандоль 152
Джильберт 189, 362
Докучаев В. В. 13, 14, 100—102, 106, 111, 112, 114—117, 119—

125, 130, 140, 158, 168, 169, 188, 194—199, 211, 217, 222, 227—231, 237, 240—246, 281, 303, 308, 310, 335, 374, 389, 474, 549—576, 584, 585, 593—597, 603

Зайкевич А. 607
Зеельгейм 177, 319

Измаильский А. А. 156
Иконников 509
Иностранцев А. А. 137, 138, 156, 237

Келльнер 255, 264
Кемц 121
Кернер А. 165, 198, 322, 565
Клоссовский 327
Коренвиндер Б. 64, 65
Коржинский С. И. 281, 302, 303, 305, 332, 374, 566, 567
Коссович П. С. 549, 568
Кох 88, 97
Кравков 567, 575
Краснов А. Н. 151, 152, 154, 308, 311
Крутицкий П. Я. 279
Кьельдаль 256

Лайэль Чарльз 112
Леваковский И. Ф. 212, 231, 237, 238, 240, 246, 288—296
Левицкий 164
Либенберг 135
Либих 340, 342, 554, 603
Лиссауэр 177
Литвинов Д. И. 155, 334
Лонгеталь 618
Лооз Дж. В. 150, 189, 362
Лоренц 144, 316

Майер А. Э. 116, 117, 135, 253, 344
Маршан 35
Меллер Жозеф 22—28
Менделеев Д. И. 600, 606
Молодецкий 258, 282
Мульдер Г. И. 99, 342
Мусси 324
Мюллер 270, 276, 296

Натузиус 618
Негели К. В. 92, 269
Нерод 68, 73
Никитин С. 166, 188, 573, 594, 628
Николаев 179
Новацкий 551, 618

Опритов 57
Осборн 323

Павлович 410
Петерс 65, 66
Петерсен 31, 33, 55, 57
Полынов Б. Б. 554, 555, 574, 581
Порчинский 98
Пост 276, 296

Раманн 253, 344
Реньо 50
Риглер 105
Ризположенский 323
Рихтгофен 311, 317
Розенберг-Липинский 551, 602, 617, 618
Россмесслер 102
Ротте 144
Рудзкий А. А. 611, 613, 617
Рупрехт Ф. Ф. 13, 101, 114, 154, 166—168, 170, 374
Рыкачев 121

Савицкий П. М. 258
Сибирцев Н. М. 556, 581, 594, 627
Симановский 257, 258
Смирнов С. М. 252
Советов А. В. 600, 606

Соколов Н. С. 585, 592
Соколовский А. Н. 595, 597, 613
Стоман 175

Тиманн 258
Тимашев Н. 601
Тиндаль 97
Ткаченко 567
Тумин 567
Турман 301
Турский М. К. 160, 161, 163
Тэер-Шюблер 584
Тюрин И. В. 549

Уитней 313—315, 317

Фадеев 421
Фальк 177
Филипченко 410, 411
Фодор И. 29, 31
Франкланд 170

Ханн 128
Христизон 316
Хюппе 97

Ценковский 606
Цингер В. Я. 302, 304, 374
Цопф 618

Чаславский В. И. 333
Черняев Л. 410

Шатилов И. П. 164
Шафранов 158, 159
Шлезинг 258, 349, 382, 383, 395
Шмидт К. Г. 348
Шпренгель Карл 116
Штуцер 265
Шумахер 286
Шульце 54

Эбермайер 105, 107, 328, 335
Эггерц 353
Эзер 286
Эккерт 509
Эммерлинг 291
Энгельгардт А. Н. 353, 354, 401, 576, 599, 600, 607, 609, 627
Энглер Г. А. 143, 167
Эренбург А. 264



ТАБЛИЦА ПЕРЕВОДА ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В КНИГЕ РУССКИХ МЕР В МЕТРИЧЕСКИЕ

1 верста = 1.07 км	1 дюйм = 2.54 см
1 сажень = 2.13 м	1 десятина = 1.09 га
1 аршин = 71.12 см	1 пуд = 16.38 кг
1 вершок = 4.45 см	1 куб. саж. = 9.71 куб. м
1 фут = 30.48 см	

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел первый

Стр.

Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства. Часть I. Образование чернозема 9

Предисловие 13

Предварительные замечания 16

Глава I. Влияние температуры и влажности на быстроту разложения умерших растений 21

Глава II. Влияние примеси некоторых минеральных веществ на разложение растительных органических веществ . . 54

Глава III. Разложение органических веществ на данной площади почвы в определенное время при разных условиях 64

Глава IV. Причины разложения органических растительных веществ; изменение растительных остатков при гниении 83

Глава V. Неспособность леса к образованию черноземных почв 101

Глава VI. Влияние климата на накопление органических веществ в почве 114

Глава VII. Причины существования по преимуществу травянистой растительности в черноземной области 141

Глава VIII. Невозможность просачивания органических веществ в почву. Образование чернозема согниванием корней 168

Глава IX. Изменчивость в содержании перегноя соответственно изменению растительности 192

Глава X. Вымывание, смывание и размывание черноземных почв 231

Образование и свойства перегноя 249

Связь между почвами и некоторыми растительными формациями 297

О некоторых свойствах и составе перегноя 337

Стр.

Состав органических веществ почв (перегноя) в связи с вопросом о полезности микориц 363

Естественно-историческая классификация почв и географическое распространение различных типов. Происхождение главнейших типов и характеристика их в физическом, химическом и биологическом отношениях 367

Раздел второй

Из степной полосы Воронежской и Харьковской губерний. (Наблюдения и исследования над почвою и растениями). Очерки залежного степного хозяйства 407

О борьбе с засухами в черноземной области посредством обработки полей и накопления на них снега 451

Предисловие 454

Предварительные сведения о некоторых свойствах чернозема; изменение его влажности в разные времена года 455

Почвенная вода полезная и бесполезная для растений; способы скопления на полях снега 468

Различные состояния чернозема во время его обработки и их значение; свойства чернозема, от которых это зависит; высыхание почв при произрастании на них растений . . 482

Разные виды пара; черный пар и его обработка 495

Разные способы обработки обыкновенного пара; занятый пар 507

Обработка яровых полей. Залежные хозяйства. Необходимость травосеяния и средства обеспечить его успех . . . 520

О причинах особенно сильного действия засух на чернозем . . . 531

Приложения

Послесловие редактора 547

Значение работ П. А. Костычева для почвоведения и земледелия. — Чл.-корр. АН СССР *И. В. Тюрин* 549

Павел Андреевич Костычев. (Биографический очерк). — *Е. И. Шилова* 597

Краткий обзор научной и педагогической деятельности П. А. Костычева. — *А. А. Бычихин* 616

Памяти П. А. Костычева (к годовому дню кончины). — *Н. М. Сибирцев* 627

Примечания. — *Н. И. Шарапов* 633

Список работ П. А. Костычева 652

Именной указатель 662

Таблицы перевода встречающихся в книге русских мер в метрические 665

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Академии Наук СССР

*

Технический редактор *А. В. Смирнова*
Корректор *П. М. Шилова*

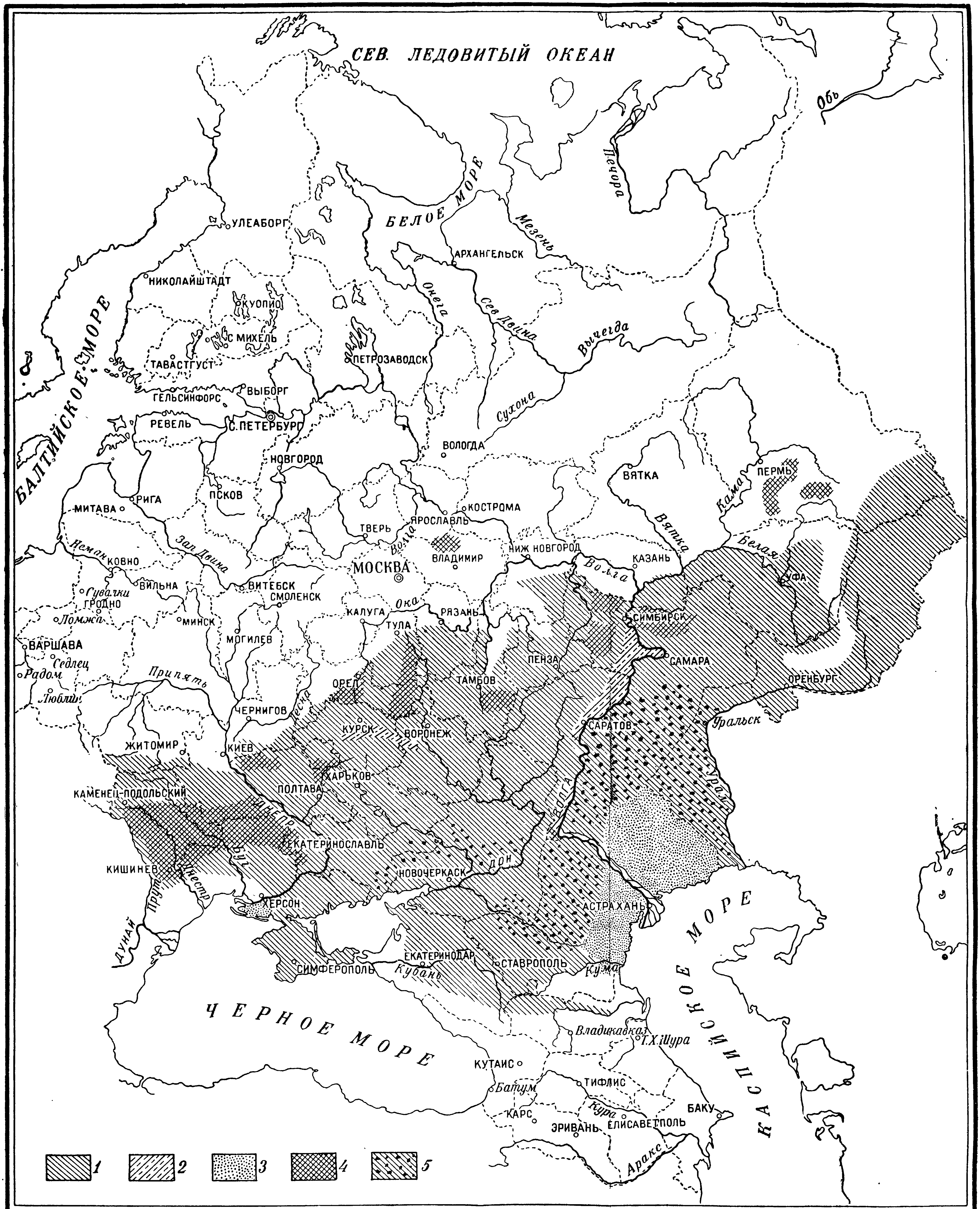
*

РИСО АН СССР № 4446. Подписано к печати 5 II—1951 г. М-00813. Бум. 70 × 92$^1/_{16}$. Бум. л. 20$^7/_8$. Печ. л. 48.84 + 4 вкл. Уч.-изд. л. 31.9. Тираж 5000. Зак. № 1782
Цена в переплете 29 руб. 50 коп.

1-я тип. Издательства АН СССР. Ленинград. В. О., 9 линия, д. 12.

СХЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТА ГЛАВНЕЙШИХ ПОЧВ ЧЕРНОЗЕМНОЙ ОБЛАСТИ

СОСТАВИЛ П. А. КОСТЫЧЕВ



Местности, в которых встречаются:

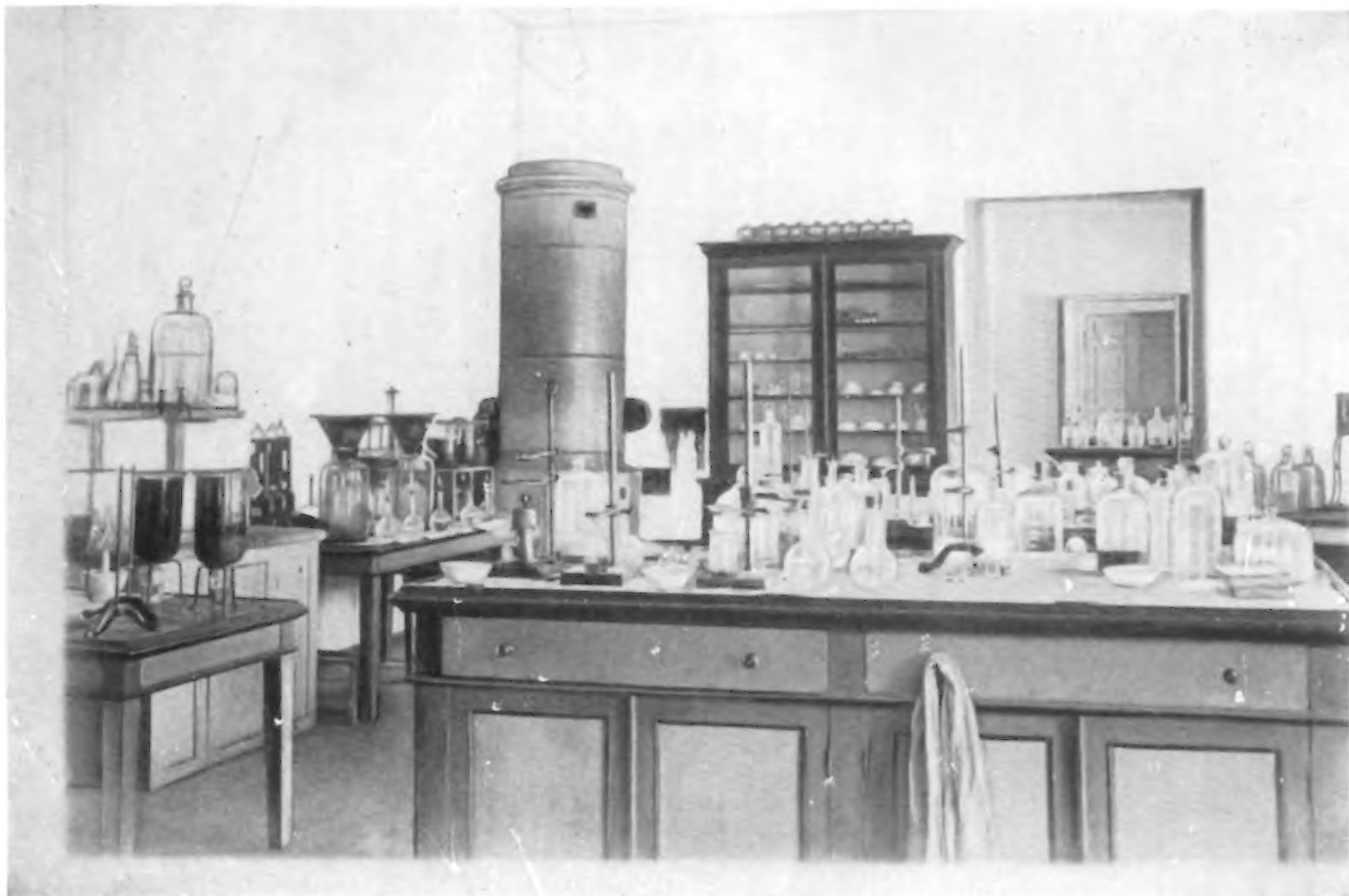
1 — чернозем; *2* — известковые почвы; *3* — пески; *4* — серые лесные земли; *5* — разбросанные отдельными клочками солончаки.



П. А. КОСТЫЧЕВ.



П. А. КОСТЫЧЕВ
(1871—1872).



СПб. Лесной институт. 1888/89 г. Лаборатория почвоведения.

П.А.КОСТЫЧЕВ

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ



29р. 50к.